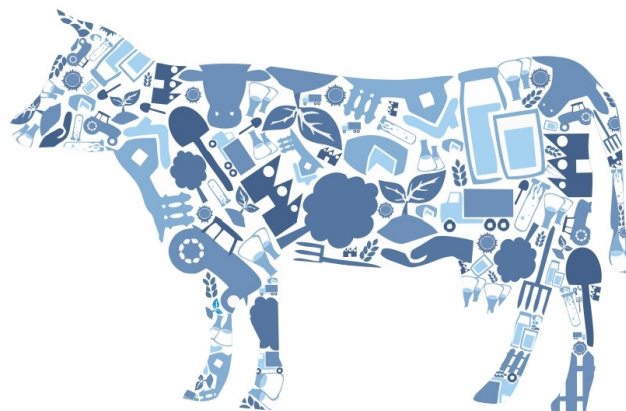




# Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite

## Desafios e perspectivas



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Gado de Leite  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Instituto Gaúcho do Leite*

# **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite**

## **Desafios e perspectivas**

*Paulo do Carmo Martins  
Gilberto Antônio Piccinini (Instituto Gaúcho do Leite)  
Ernesto Enio Budke Krug (Associação Gaúcha de Laticinistas e Laticínios)  
Carlos Eugênio Martins  
Fernando César Ferraz Lopes*

**Embrapa**  
*Brasília, DF*  
**2015**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Gado de Leite**

Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Dom Bosco

CEP: 36038-330 - Juiz de Fora/MG

Telefone: (32)3311-7400

Fax: (32)3311-7424

<http://www.embrapa.br>

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Gado de Leite

**Comitê de Publicações da Embrapa Gado de Leite**

Presidente *Marcelo Henrique Otenio*

Secretária-Executiva *Inês Maria Rodrigues*

Membros *Jackson Silva e Oliveira, Leônidas Paixão Passos, Alexander Machado Auad, Fernando Cesár Ferraz Lopes, Francisco José da Silva Léo, Pêrsio Sandir D'Oliveira, Denis Teixeira da Rocha, Frank Ângelo Tomita Bruneli, Nívea Maria Vicentini, Letícia Caldas Mendonça, Rosângela Zoccal*

Supervisão Editorial

*Carlos Eugênio Martins*

Revisão Bibliográfica *Inês Maria Rodrigues*

Arte da capa

*Adriana Barros Guimarães e Paula Ambrosio Carvalho*

Editoração Eletrônica

*Carlos Alberto Medeiros de Moura*

**Comissão Técnica**

Presidente *Carlos Eugênio Martins*

Membros *Alessandro de Sá Guimarães, Andrea Troller Pinto, Bruno Campos de Carvalho, Cláudio Nápolis Costa, Fábio Homero Diniz, Fernando César Ferraz Lopes, Gustavo Martins da Silva, Henrique Pereira dos Santos, Jorge Schaffhauser Junior, Ligia Margareth Cantarelli Pegoraro, Marcelo Dias Müller, Neila Silvia Pereira dos Santos Richards, Renata Wolf Suñe, Renato Serena Fontaneli, Rogério Morcelles Dereti, Sérgio Rusticheli Teixeira e Virginia de Souza Columbiano Barbosa*

**1ª edição**

1ª impressão (2015): 2.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Gado de Leite

---

Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas / Paulo do Carmo Martins ... [et al.]. Brasília, DF : 2015.  
432 p. il. color.; 14 cm x 23 cm.

ISBN 978-85-7035-463-1

1. Produção de Leite. 2. Nutrição. 3. Reprodução. 4. Melhoramento Animal e Vegetal. 5. Pastagens. 6. Saúde Animal. 7. Gestão da Produção de Leite. 8. Zootecnia de Precisão. 9. Manejo de Solo e Água. 10. Ambiência e Comportamento Animal. 11. Qualidade e Processamento Industrial do Leite. 12. Mercado e Políticas Públicas. 13. Transferência de Tecnologia. I. Martins, Paulo do Carmo. II. Embrapa Gado de Leite.

---

CDD 637.1

© Embrapa 2015

## **Autores**

### **Adolfo Firmino da Silva Neto**

Médico Veterinário, Doutor em Bioquímica e Imunologia, professor da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

### **Alessandro de Sá Guimarães**

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

### **Alexandre Berndt**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ecologia Aplicada, pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

### **Alexandre Magno Brighenti**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

### **Alziro Vasconcelos Carneiro**

Médico Veterinário, Doutor em Ciências, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

### **Andréia Ferreira Machado**

Graduanda de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

### **Arno Leandro Kayser**

Engenheiro Agrônomo, Pós-Graduação em Ecologia Humana, chefe do Departamento Agrossilvipastoril da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM-RS), Porto Alegre, RS

### **Bárbara Cardoso da Mata e Silva**

Zootecnista, Mestre em Ciências Agrárias



**Bruno Campos de Carvalho**

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Carla Christine Lange**

Médica Veterinária, Doutora em Medicina Veterinária, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Carlos Eugênio Martins**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Celso Gabriel Vinderola**

Químico, Doutor em Química, Professor Adjunto e pesquisador do CONICET, Santa Fé, Argentina

**Cláudio Nápolis Costa**

Zootecnista, Doutor em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Ernesto Enio Budke Krug**

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Administração, presidente da Associação Gaúcha de Laticinistas e Laticínios, Porto Alegre, RS

**Fabiana Cristina Varago**

Médica Veterinária, Doutora em Ciência Animal, pesquisadora da Universidade José do Rosário Vellano - Unifenas, Alfenas, MG

**Fábio Homero Diniz**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Desenvolvimento Sustentável, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Fausto de Souza Sobrinho**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Fernanda Samarini Machado**

Médica Veterinária, Doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Fernando César Ferraz Lopes**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência Animal, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Frank Angelo Tomita Bruneli**

Médico Veterinário, Doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Geraldo Stachetti Rodrigues**

Ecologista, Doutor em Ecologia Aplicada, pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

**Gilberto Antônio Piccinini**

Administrador de Empresas, presidente do Instituto Gaúcho do Leite (IGL), Porto Alegre, RS

**Guilherme Nunes de Souza**

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Gustavo Bervian dos Santos**

Médico Veterinário, Mestre em Medicina Veterinária

**Hans Schiere**

Consultor da La Ventana Consulting, Holanda

**Humberto de Mello Brandão**

Médico Veterinário, Doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**João Batista Ribeiro**

Biólogo, Doutor em Microbiologia Agrícola, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Juliana Carine Gern**

Engenheira de Bioprocessos e Biotecnologia, Mestre em Biotecnologia Microbiana, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Leonardo Dornelles de Dorneles**

Diretor do Instituto Gaúcho do Leite (IGL), Porto Alegre, RS

**Leonardo Henrique Ferreira Calsavara**

Extensionista agropecuário da Emater, Coronel Xavier Chaves, MG

**Letícia Caldas Mendonça**

Médica Veterinária, Mestre em Ciência Animal, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Lucildo Ahlert**

Economista, Mestre em Engenharia de Produção, Consultor da Macrovisão - Consultoria, Assessoria e Treinamento Ltda, Lajeado, RS

**Luis Fernando Laranja da Fonseca**

Médico Veterinário, Doutor em Reprodução Animal, diretor da Kaeté Investimentos - sócio da Ouro Branco Agronegócios, Alta Floresta, MT

**Marcelo de Rezende**

Engenheiro Agrônomo, Diretor-executivo da Cooperideal, Londrina, PR

**Marcelo Dias Müller**

Engenheiro Florestal, Doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Marcelo Henrique Otenio**

Farmacêutico Bioquímico, Doutor em Ciências Biológicas, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Márcio Roberto da Silva**

Médico Veterinário, Doutor em Saúde Pública, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Marco Antônio Sundfeld da Gama**

Zootecnista, Doutor em Ciência Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Marcos Vinícius Gualberto da Silva**

Zootecnista, Doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Marcos Wilson Vargas**

Médico Veterinário, Mestre em Reprodução, Sanidade e Bem Estar Animal, Universidade José do Rosário Vellano-Unifenas, Alfenas, Minas Gerais

**Maria Aparecida Vasconcelos de Paiva e Brito**

Farmacêutica Bioquímica, Doutora em Microbiologia e Imunologia Veterinárias, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Maria de Fátima Ávila Pires**

Médica Veterinária, Doutora em Ciência Animal, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Mariana Macedo de Almeida**

Farmacêutica, Mestre em Ciências Biológicas

**Mariana Magalhães Campos**

Médica Veterinária, Doutora em Zootecnia, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Marne Sidney de Paula Moreira**

Sociólogo, Cientista Social, técnico da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Michele Munk Pereira**

Bióloga, Doutora em Saúde, professora da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG

**Mirton José Frota Morenz**

Zootecnista, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Neila Silvia Pereira dos Santos Richards**

Engenheira de Alimentos, Doutora em Tecnologia Bioquímica Farmacêutica, professora do PPGCTA da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS

**Oreno Ardêmio Heineck**

Diretor Executivo do Instituto Gaúcho do Leite (IGL), Porto Alegre, RS

**Patrícia Vilhena Dias de Andrade**

Médica Veterinária, Doutora em Zootecnia

**Paulino José Melo Andrade**

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Paulo do Carmo Martins**

Economista, Doutor em Economia Aplicada, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Pedro Braga Arcuri**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência Animal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Pedro Ivo Pereira Lancellotta**

Graduando em Ciência da Computação, Juiz de Fora, MG

**Rafael Cornes Lucas**

Coordenador do Programa Mais Leite - Mais Saúde da fepale, Montevideo, Uruguai

**Roberta Mara Züge**

Médica Veterinária, Doutora em Medicina Veterinária, empregada da Ceres Qualidade - Consultoria Assessoria, Curitiba, PR

**Sérgio Rustichelli Teixeira**

Zootecnista, Doutor em Extensão Rural, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Victor Muiños Barroso Lima**

Matemático, Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Wadson Sebastião Duarte da Rocha**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**Wanessa Araújo Carvalho**

Médica Veterinária, Doutora em Imunologia Básica e Aplicada, pesquisadora da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

**William Fernandes Bernardo**

Engenheiro Agrônomo, Mestre em Extensão Rural, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG



## **Apresentação**

Quando a Embrapa foi criada, o Brasil vivia um momento difícil. Os alimentos eram escassos e estavam se tornando mais caros em função da necessidade de incorporar cada vez mais terras para aumentar a produção. Ocorre que, no início dos anos setenta, o Brasil e o mundo viviam o período até então inusitado do petróleo caro. Portanto, quanto mais a produção se distanciava das cidades, mais caro ficava o alimento.

O Brasil rompeu este momento difícil e democratizou o acesso ao alimento ao reduzir o custo da proteína e da caloria. Isso foi feito pelo aumento da produção, com a incorporação de tecnologias adaptadas e desenvolvidas para a região tropical. O desafio foi vencido e o setor agrícola cumpriu outros objetivos não menos nobres, como gerar excedente exportável e possibilitar ao país mais divisas cambiais, expandir o mercado interno, interiorizar o desenvolvimento e criar a verdadeira integração nacional.

Esta etapa também foi vencida e os dias atuais nos remetem a novos desafios. Já não basta produzir em quantidade. É preciso produzir alimentos seguros, sem resíduos, que sejam vetores de saúde. Além disso, é preciso garantir que os efeitos da atividade sobre as condições ambientais possam ser mitigados. Por outro lado, é cada vez mais relevante proporcionar conforto aos animais e saúde àqueles que interagem com o sistema produtivo.

Tudo isso em um ambiente de intensa competitividade, um mundo de relações globais, em que os fenômenos de elevação de preços de fatores fundamentais para a produção passam a ser realidade também no Brasil. Os preços da terra e da mão de obra estão em crescimento contínuo, o que exige novas tecnologias adaptadas a uma nova relação de preços.



Ao mesmo tempo, os filhos dos produtores se perguntam se devem seguir outros caminhos na cidade ou dar continuidade à produção dos pais.

A temática do Congresso Internacional do Leite 2015 incorpora os grandes desafios atuais. Apresenta experiências nacionais e internacionais que levam à reflexão e à busca de resultados que contemplem os anseios dos diferentes agentes de geração de valor na cadeia produtiva. Este livro consolida esta afirmação, trazendo o conteúdo das palestras realizadas no Congresso. O evento também reuniu trabalhos científicos nesta temática e em número recorde. A comissão científica recebeu 188 trabalhos, dos quais 164 foram aprovados e organizados em um CD-ROM.



*Gilberto Antônio Piccinini*  
Presidente do Instituto Gaúcho  
do Leite



*Paulo do Carmo Martins*  
Chefe-Geral da Embrapa Gado de  
Leite

## Sumário

Capítulo 1. Extensão rural e a viabilidade econômica da produção de leite familiar no Sul do Brasil: conceitos aplicados e resultados obtidos na atuação da Cooperideal.....	15
Capítulo 2. Falta mão de obra na roça (E vai faltar cada vez mais) .....	45
Capítulo 3. Sucessão e herança na propriedade rural leiteira .....	49
Capítulo 4. Importancia de los lácteos en la nutrición humana .....	69
Capítulo 5. Bacterias probióticas en productos lácteos fermentados..	77
Capítulo 6. Tópicos avançados em reprodução de bovinos leiteiros..	109
Capítulo 7. Reaproveitamento de água residuária em sistemas de produção de leite .....	139
Capítulo 8. GISLEITE: um sistema computacional para a gestão de sistemas de produção de leite .....	161
Capítulo 9. Uma visão internacional da sustentabilidade na pecuária leiteira .....	169
Capítulo 10. Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental na agropecuária brasileira - aplicações na intensificação ecológica da produção leiteira .....	189
Capítulo 11. “Pesquisar para conhecer e crescer na produção do leite” .....	205
Capítulo 12. Fundamentos e perspectivas do desenvolvimento sustentável e do uso de indicadores de sustentabilidade em propriedades leiteiras .....	215

Capítulo 13 . Lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde .....	237
Capítulo 14 . Terapêutica de precisão e suas perspectivas em um país de pecuária heterogênea .....	311
Capítulo 15 . Novos produtos para a indústria de laticínios .....	329
Capítulo 16 . A sustentabilidade da bovinocultura de leite: a perspectiva do sistema de proteção ambiental .....	339
Capítulo 17 . Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para produção pecuária leiteira sustentável em áreas declivosas .....	341
Capítulo 18 . Technical assistance for agricultural development, a review of international experiences with focus on dairy .....	387
Capítulo 19 . Boas práticas na produção leiteira .....	415

# CAPÍTULO 1

## **Extensão rural e a viabilidade econômica da produção de leite familiar no Sul do Brasil: conceitos aplicados e resultados obtidos na atuação da Cooperideal**

*Marcelo de Rezende*

### **Introdução**

Desde de 2004 os técnicos ligados à Cooperideal – Cooperativa para a Inovação e Desenvolvimento da Atividade Leiteira, com sede em Londrina, PR, vêm desenvolvendo um trabalho de assistência técnica com ênfase na geração de renda em propriedades leiteiras. Composta por uma equipe de 25 técnicos que atuam exclusivamente no atendimento técnico a produtores de leite, a Cooperideal está presente em 14 Estados brasileiros, tendo mais de 145 municípios participantes e cerca de 1.100 propriedades assistidas. Deste total de produtores, mais de 50% estão distribuídos entre os Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Além do acompanhamento técnico, a Cooperideal também realiza o trabalho de capacitação de técnicos locais, profissionais normalmente ligados a prefeituras, instituições de desenvolvimento e laticínios, atualmente são mais de 100 técnicos em processo de capacitação.

Na região Sul a Cooperideal atua em um universo de produtores que possuem como principais características:

- A presença da estrutura familiar na gestão e execução das tarefas diárias da atividade. Esta característica coloca as propriedades da região Sul em situação favorável em relação às demais regiões do país, uma vez que a disponibilidade de mão-de-obra tem sido apontada como o principal gargalo ao desenvolvimento da atividade leiteira nas propriedades. Além disso, a estrutura familiar permite ao técnico de campo atuar diretamente com os responsáveis pela execução

das atividades diárias da fazenda, fato que normalmente garante eficiência e capricho na execução das tarefas acordadas. A família envolvida também possui demandas e, portanto, grande interesse na evolução da propriedade, buscando maior renda para o atendimento das necessidades básicas dos envolvidos no processo produtivo.

- A produção de leite como principal atividade. A atividade leiteira possui grande importância para as propriedades da região sul sendo, na maior parte das fazendas de pequeno e médio porte, a principal fonte de geração de renda da família, exigindo dedicação e empenho na execução das tarefas relacionadas a atividade.
- Produção média das fazendas inferior 100 litros/dia. Como consequência da baixa produção diária, a maioria das propriedades vive em uma situação de restrição financeira, não conseguindo obter da atividade renda suficiente que garanta conforto e atendimento das necessidades básicas de sobrevivência dos envolvidos com o negócio. Diante deste preocupante cenário muitos produtores têm abandonado a atividade e até mesmo o meio rural, e os que ficam não conseguem despertar nos filhos o interesse pela sucessão, único fator capaz de garantir a continuidade da atividade. O ponto positivo dessa situação é que não resta alternativas ao produtor, a não ser buscar formas de garantir maior renda resultando em melhoria de vida, maior conforto na realização das atividades, preservação ambiental, e despertando o interesse dos filhos pelo trabalho voltado para a obtenção de resultados, levando à continuidade do negócio iniciado pelos pais.
- Área média disponível para o leite inferior a 30 hectares. Apesar das áreas serem consideradas pequenas, a aplicação de técnicas de intensificação permite a produção de volume normalmente superior à capacidade de trabalho da família envolvida, demonstrando que quando o nível de conhecimento aplicado é maior, o fator terra, nas condições da região sul, não é o principal limitante ao crescimento da atividade. É perfeitamente possível a obtenção de produtividades diárias superiores a 50 litros/ha/dia, assim sendo as fazendas médias da região teriam área de terra com potencial para produzir em média 1.500 litros/dia (30 ha x 50 litros/dia), produção superior à capaci-

dade atual de trabalho da maior parte das famílias. Outro ponto a ser considerado é o fato de que o capital imobilizado ou investido em 30 ha é alto demais para a produção de apenas 100 litros/dia, inviabilizando economicamente a atividade.

- Bons animais em grande parte dos rebanhos. O trabalho de melhoramento genético realizado por grande parte dos municípios da região sul, aliado às condições de clima e da cultura dos produtores locais, garante a disponibilidade de animais com elevado potencial genético, principalmente quando se leva em conta os rebanhos normalmente utilizados para a produção de leite nas demais regiões do país. No entanto, a falta de alimentação em quantidade e em qualidade, principalmente no período do verão, e a falta de condições de conforto e de manejo adequado, impedem que estes animais possam produzir de maneira adequada e que seu potencial genético seja explorado. Quando são aplicados às propriedades da região sul conceitos de produção intensiva de alimentos volumosos com plantas tropicais ou de clima temperado, quando as dietas são adequadamente balanceadas e são adotados conceitos de manejo e conforto, a resposta animal é imediata, proporcionando significativos saltos de melhoria na produção e renda das fazendas. Diferentemente de outras regiões onde animais não especializados na produção de leite acumulam gordura, nos rebanhos da região sul as ações técnicas proporcionam respostas normalmente em aumento do volume de leite produzido.
- Alto potencial produtivo pouco explorado. Quando se junta em uma única propriedade todas as características anteriormente citadas, percebe-se de imediato o grande potencial produtivo do sul do país. A estrutura familiar de produção, a possibilidade de expansão a partir de baixos volumes, área de terra pouco explorada, rebanhos com bom potencial genético e potencial para a exploração de plantas de alto potencial produtivo oferecem oportunidades únicas de desenvolvimento, limitadas somente pela falta de aplicação de conhecimento tecnológico ao processo produtivo.
- Falta de acesso ao conhecimento tecnológico. Diagnósticos realizados em várias regiões do país, inclusive em estados do sul, colocam a falta de acesso ao conhecimento tecnológico como principal fator

de limitação ao desenvolvimento das propriedades leiteiras no Brasil. A imensa maioria das unidades produtoras, especialmente as de pequeno porte, afirmam passar um ano todo sem receber ao menos uma visita de um técnico que lhe possa orientar a respeito de assuntos como alimentação e manejo do rebanho, cuja melhora traria grande impacto sobre a economia da atividade. Nas poucas propriedades que recebem a visita de um técnico, raras são as que possuem um acompanhamento sistemático e com condições de mudar a realidade produtiva da fazenda.

Neste ambiente de enorme potencial produtivo, mas de baixo acesso ao conhecimento técnico é que a Cooperideal vem trabalhando e obtendo excelentes resultados. O ponto primordial para a realização exitosa de qualquer trabalho de desenvolvimento passa necessariamente pela seleção de produtores com perfil adequado em relação aos objetivos desejados. Neste caso temos procurado identificar, com ajuda de associações, cooperativas e empresas captadoras, produtores dispostos a inovar, crescer e buscar na atividade leiteira renda capaz de garantir a melhoria da qualidade de vida no campo. A estas famílias produtoras é apresentado um trabalho técnico de utilização intensiva dos meios de produção: terra, capital, trabalho e conhecimento.

## **Gestão da atividade**

O produtor que deseja participar do trabalho técnico da Cooperideal deve se comprometer a anotar eventos econômicos e zootécnicos ocorridos dentro da propriedade, para isso são disponibilizados formulários onde são registrados partos, coberturas, pesagem mensal da produção individual das vacas, pesagens de animais em crescimento, despesas e receitas, chuvas e temperaturas máximas e mínimas. O produtor também deve realizar exames periódicos de brucelose e tuberculose em todos os animais do rebanho. Técnico e produtor atuam mediante um contrato verbal no qual é estabelecido que todas as tarefas acordadas serão efetivamente realizadas, sob pena do trabalho se encerrar caso o produtor não as realize sem a devida justificativa. Os eventos econômicos e zootécnicos registrados na propriedade são coletados nas visitas

mensais do técnico da cooperativa e lançados em uma planilha eletrônica, de onde são obtidos índices e indicadores que nortearão a atuação técnica na propriedade (Figura 1). Os resultados obtidos pela utilização desta planilha permitem a mensuração dos aspectos econômicos através da geração de informações da atividade como receitas, despesas, custo operacional efetivo, custo total, fluxo de caixa, margens etc. Indicadores zootécnicos importantes também são obtidos, principalmente aqueles ligados à eficiência produtiva do rebanho, desempenho da reprodução, eficiência no uso da terra, estruturação do rebanho, entre outros.

## Planilha de Avaliação Econômico Zootécnica PAEZ

Versão 1.0

### PLANILHA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICO ZOOTÉCNICA - PAEZ

Produtor:	Waldir Arsego		
Propriedade:	Fazenda Arsego		
Município:	Xanxerê	Estado:	SC
Técnico:	Caciano - Cooperideal		

MENU DE FUNÇÕES



TERRA



ANIMAIS



MAQUINAS



INSTALAÇÕES



PATRIMÔNIO



PLANILHA



RELATÓRIO



Figura 1. Planilha eletrônica utilizada no trabalho técnico da Cooperideal.

## Produção de forragem

Na grande maioria das propriedades leiteiras a maior dificuldade dos produtores ainda está relacionada à produção de alimento volumoso capaz de suprir as necessidades do rebanho, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, no decorrer do ano. No período de inverno na região



sul a produção de plantas de clima temperado garante alimento de alta qualidade para os animais do rebanho, porém, falta ainda quantidade e disponibilidade de alimento nos períodos de transição entre o outono/inverno e inverno/primavera. Terminado o período frio na região, a falta de aptidão dos produtores e técnicos em lidar com plantas tropicais faz com a situação piore drasticamente, a qualidade originalmente mais baixa das plantas de verão em relação às plantas de inverno, aliada à falta de conhecimento do potencial produtivo e de técnicas de manejo resulta em fome para o rebanho. Tal fato explica a grande produção de leite da região no período frio e a queda drástica no período quente do ano. Uma das saídas para esta situação está na utilização no verão de plantas tropicais e subtropicais de alto potencial produtivo, que quando estabelecidas adequadamente e bem manejadas, elevam significativamente a qualidade do material produzido e, principalmente, viabilizam a produção em pequenas áreas de terra graças ao seu enorme potencial de produção de massa. Nas diversas regiões do Paraná as plantas tropicais e subtropicais mais utilizadas para a intensificação no período quente do ano são o *Panicum maximum* (Mombaça, Tobiatã e Tanzânia), *Pennisetum purpureum* (Capim Elefante, Roxo, Pioneiro) e os Cynodons (Jiggs, Tifton 85, Coast-Cross). Na região oeste de Santa Catarina e nas diversas localidades do Rio Grande do Sul onde o frio mais intenso limita a utilização do *Panicum*, o *Pennisetum* e os Cynodons são os capins mais utilizados para a produção intensiva no verão (Figura 3). Em função da quantidade de vacas em lactação na propriedade são definidos os tamanhos e a quantidade de módulos de pastejo a serem estabelecidos, de acordo com o planejamento inicial das atividades na propriedade. No início do trabalho são definidos módulos de pastejo bem pequenos, normalmente com área inferior a 1,0 ha. O objetivo de um módulo como esse é que o produtor possa iniciar no trabalho com um investimento inicial baixo, pois os investimentos em recuperação da fertilidade em áreas que normalmente não eram corrigidas e adubadas é alto. O fato da área ser pequena favorece também o aprendizado do produtor em relação à correção, adubação, estabelecimento e manejo da pastagem; os erros que certamente ocorrerão neste período, quando cometidos em um sistema pequeno e de investimento reduzido, não inviabilizarão a continuidade

Diagrama de um sistema de pastejo dividido em 24 células. A área total é de 0,4 hectares, com 19 pontos de água e 200 m de cerca. O diagrama mostra as dimensões de cada célula e o total de cada linha. A célula 24 é destacada em verde e rotulada como "SOMBRA".

Célula	Dimensões (m)	Área (m²)
1	12,3 x 12,3	151,29
2	16,9 x 12,3	207,87
3	6,1 x 18,7	113,07
4	11,4 x 18,7	213,18
5	11,4 x 18,7	213,18
6	11,4 x 18,7	213,18
7	11,4 x 18,7	213,18
8	11,4 x 18,7	213,18
9	11,4 x 18,7	213,18
10	11,4 x 18,7	213,18
11	11,4 x 18,7	213,18
12	11,4 x 18,7	213,18
13	11,4 x 18,7	213,18
14	11,4 x 18,7	213,18
15	11,4 x 18,7	213,18
16	11,4 x 18,7	213,18
17	11,4 x 18,7	213,18
18	11,4 x 18,7	213,18
19	11,4 x 18,7	213,18
20	11,4 x 18,7	213,18
21	11,4 x 18,7	213,18
22	11,4 x 18,7	213,18
23	11,4 x 18,7	213,18
24	11,4 x 18,7	213,18

A medida que o produtor compreende as questões de manejo do sistema, outros módulos de pastejo são estabelecidos de forma a atender aos demais animais da fazenda. O custo de manutenção de um sistema de pastejo intensificado varia entre 3 e 4 litros/vaca/dia, devendo o produtor se atentar ao fato de que animais de baixa produção não trarão lucro neste sistema. Fazendas com rebanhos compostos por vacas de baixa produção deverão selecionar entre as vacas em lactação os animais cuja

produção viabilize a permanência nas áreas intensificadas. Em relação à qualidade das plantas tropicais e subtropicais utilizadas intensivamente no período do verão, quando estabelecidas em áreas de fertilidade adequada e submetidas a condições corretas de manejo (utilização do pastejo rotacionado – Figura 2) é possível a obtenção de plantas com elevado teor de Proteína Bruta (acima de 18%) e de energia (acima de 65% de Nutrientes Digestíveis Totais), capazes de suprir produções de até 15 kg de leite somente com a adição de minerais à dieta. Animais com produções superiores àquelas atendidas pela pastagem deverão receber alimento concentrado, de maneira a atender as exigências nutricionais destes animais.



**Figura 3.** Áreas de pastejo intensificado com plantas tropicais na região Sul.

## Utilização da sobressemeadura de inverno

As plantas de clima temperado são largamente utilizadas para a alimentação de rebanhos leiteiros na região sul do país. As plantas mais utilizadas são o azevém (*Lolium multiflorum*) e Aveia (*Avena strigosa*) normalmente semeadas no outono em áreas cultivadas com grãos ou pastagens extensivas no período do verão. A utilização de sistemas intensivos de pastejo que utili-

zam plantas perenes no período do verão (*Cynodon*, *Panicum*, *Penisetum*) garantem a utilização da área em que estas plantas foram pastejadas por um período de apenas 5 a 6 meses, porém com a chegada do inverno e a redução nas temperaturas mínimas e a diminuição da luminosidade, estas plantas cessam o crescimento. Para que esta mesma área possa continuar produzindo e sendo utilizada é aplicada a técnica da sobressemeadura, que permite que plantas de inverno (principalmente aveia e azevém) sejam semeadas a lanço sobre as plantas trabalhadas no período do verão. Normalmente a semeadura é feita após o último pastejo de verão (entre os meses de março, abril ou maio, dependendo da região), momento em que a planta tropical é rebaixada para permitir a germinação das sementes das plantas de inverno. Esta técnica permite ganhos de produção de forragem em uma mesma área, além de garantir a utilização de uma mesma área em quase todo o período do ano. Sistemas bem conduzidos perdem menos de 20 dias de utilização da área no decorrer do ano, aumentando a eficiência do uso do solo e incrementando ganhos de produtividade ao sistema de produção (Figura 4).



Figura 4. Sobressemeadura com plantas de inverno.

## **Uso da cana-de-açúcar como suplementação volumosa no período do inverno**

A suplementação volumosa no período do inverno visa suprir a falta de forragem oriunda da menor produção das plantas de clima temperado em relação às plantas tropicais intensificadas. Como vimos anteriormente as plantas de clima temperado possuem alta qualidade, porém possuem menor potencial produtivo de massa que as plantas de verão. Quando intensificamos o sistema de produção no período de verão conseguimos lotação animal superior a 10 UA nas áreas trabalhadas, porém essa lotação normalmente cai para menos da metade com a utilização de plantas de clima temperado no período do inverno. Essa diferença de produção de forragem tem que ser suprida de alguma maneira, sob pena da propriedade não conseguir manter no inverno a mesma quantidade de animais mantidas no verão. Para a solução de problema existem duas alternativas, a primeira seria o aumento no tamanho da área utilizada no período do inverno, que compensaria a menor de produção das plantas utilizadas nesta fase, porém esta alternativa somente seria viável para aquelas propriedades maiores e que não utilizam toda a área disponível no período do verão, as propriedades menores teriam dificuldade de adotar esta estratégia. A segunda seria a produção de volumoso suplementar no verão que fosse utilizado no período do inverno, as principais alternativas utilizadas na região sul são as silagens, principalmente de milho. Porém o problema ainda persiste no caso das pequenas propriedades, que além da restrição de área para o cultivo de plantas de inverno também não possuem área suficiente e nem maquinário para a produção de alimento conservado. Além disso, o menor potencial genético dos rebanhos normalmente presentes nas pequenas propriedades também dificulta a rentabilidade da atividade diante da utilização de um alimento de maior custo, como a silagem de milho. Para estas situações temos utilizado com grande sucesso a suplementação volumosa a partir da cana-de-açúcar, que dentre suas principais características possui a maturação no período do inverno (coincidente o momento de escassez de alimento das propriedades com restrição de área), alta produtividade (superior a 200 toneladas/ha), cultura de baixos riscos em relação ao



plantio de milho, de menor custo e cuja renovação do canavial se faz necessária somente após 5 ou 6 anos de utilização. Em relação ao risco com a geada, os produtores são orientados a estabelecer os canaviais nas partes mais altas da propriedade, existindo ainda a possibilidade da ensilagem da cana-de-açúcar no caso de geadas muito severas. A Cooperideal tem trazido para a região sul novas variedades de cana-de-açúcar, com maior teor de sacarose, com menos palha, de menor possibilidade de tombamento e com maior potencial de produção (Figura 5).



**Figura 5.** Utilização da Cana-de-açúcar como recurso forrageiro.

## Irrigação de pastagens

O crescimento da planta forrageira é influenciado por 4 fatores: temperatura, luminosidade, fertilidade do solo e água. Em muitas regiões, técnicos, especialistas e produtores, inicialmente, usaram a irrigação de pastagem na expectativa de eliminar a sazonalidade de produção das pastagens, tentativa frustrada, uma vez que esta situação não é causada somente pela falta de água, mas também pelo déficit de outros fatores

climáticos como temperatura e luminosidade. A irrigação da pastagem na região sul contribui tanto para a produção de alimento de verão como das plantas de inverno, contribuindo assim para a redução do custo de produção, melhorando a eficiência do uso da terra e diminuindo o tempo de permanência dos animais no cocho. No sistema de produção intensiva de pastagens, os benefícios diretos propiciados pelo uso da irrigação são a redução dos riscos com veranicos, aumento do tempo de utilização das pastagens; melhor aproveitamento das adubações nitrogenadas, uso da técnica de sobressemeadura de inverno mesmo em locais onde não ocorram chuvas regulares no período de inverno e a maior estabilidade do sistema de produção. Mesmo em regiões de alta pluviometria, a irregularidade na distribuição das chuvas contribui para a viabilidade de sistemas irrigados, desde que haja níveis adequados de fertilidade do solo e conhecimento para o correto manejo das pastagens (Figura 6).



**Figura 6.** Áreas com pastagens irrigadas.

## Ferramentas de controle

Algumas ferramentas de controle são utilizadas no dia-dia do trabalho realizado pela Cooperideal nas propriedades leiteiras assistidas. As propriedades possuem termômetro de temperaturas máximas e mínimas, cujas verificações e anotações diárias das temperaturas, auxiliam produtor e técnico no entendimento do comportamento da pastagem, na tomada de decisão sobre o momento de iniciar ou interromper as adubações nitrogenadas e de se iniciar a sobressemeadura de plantas de inverno. Cada propriedade possui também um pluviômetro, que permite a criação de um histórico relativo à incidência de chuvas na propriedade, fator fundamental para o entendimento do desenvolvimento das pastagens intensificadas. É disponibilizado também uma fita de pesagem para o acompanhamento do desenvolvimento dos animais em crescimento na propriedade, mensalmente estes animais são pesados e têm seu desempenho avaliado. O Quadro Reprodutivo é outra ferramenta de grande importância na atividade, sendo utilizado para o gerenciamento reprodutivo do rebanho de maneira a permitir uma visualização instantânea da situação reprodutiva de cada animal da propriedade, além de possibilitar a observação de eventos futuros como data de toques, partos e secagens de animais. Sempre que ocorre qualquer evento ligado à reprodução (cobertura, toque, secagem, parto), o quadro é atualizado. A consulta ao Quadro Reprodutivo nos permite visualizar, de maneira imediata, por exemplo, animais que pariram e que ainda não foram cobertos/inseminados, e que, portanto, podem estar apresentando algum problema reprodutivo. A previsão do número de animais com parição e secagem para determinado período, permite também que se estime como estará a produção de leite da propriedade em determinado período futuro, como serão distribuídos os partos no decorrer do ano etc. A inseminação/cobertura de novilhas do rebanho ou a compra estratégica de animais pode ser feita de maneira a suprir a necessidade de períodos de baixa produção de leite pela falta de partos, tudo isso tendo como base as informações contidas nessa ferramenta. Apesar de ser utilizado pelas propriedades americanas a mais de 50 anos, esta ferramenta ainda é desconhecida por muitos técnicos e produtores no Brasil. Vale a pena



ressaltar que esta ferramenta, apesar de útil e simples de ser usada, só terá alguma utilidade em propriedades que realizam corretamente as anotações reprodutivas do rebanho. Caso contrário, a situação mostrada pelo quadro não será condizente com a realidade da propriedade, o que impedirá a tomada de qualquer decisão acertada (Figura 7).

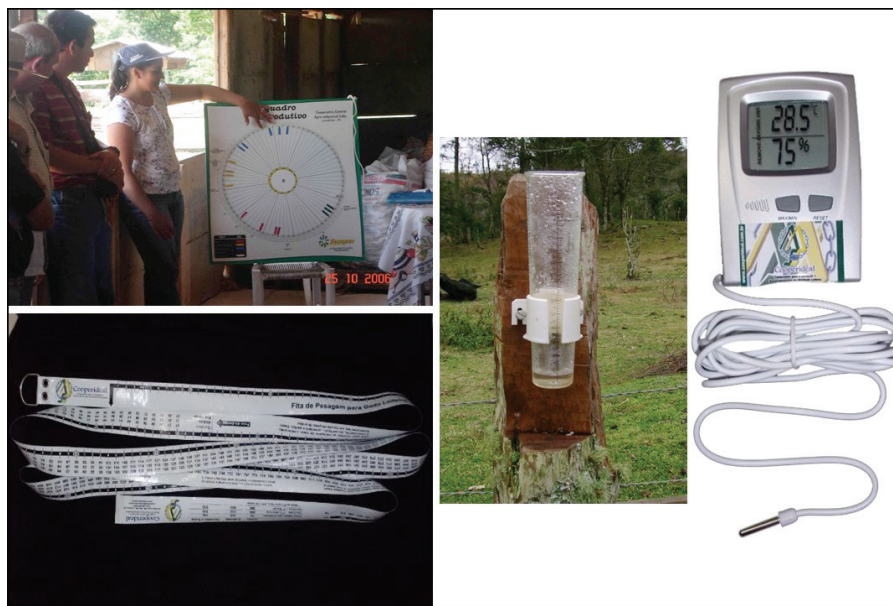


Figura 7. Ferramentas de controle utilizada nas propriedades assistidas.

## Aumento da quantidade de vacas em lactação/ha

Vacas em lactação compõem a única categoria animal capaz de gerar renda imediata na fazenda produtora de leite. Além de pagar seus próprios custos, a vaca em lactação paga também as despesas com bezerros e novilhas e também com vacas secas, tendo ainda que gerar sobra de capital para o proprietário do negócio, daí a necessidade de se manter na propriedade, através da aplicação de conceitos produtivos adequados, um número de vacas em produção que seja capaz de garantir a renda necessária para a sobrevivência econômica do sistema produtivo. O índice "Vacas em Lactação por hectare (VL/ha)", utilizado para mensurar a quantidade de vacas em lactação em relação à área utilizada para a

produção de leite, é composto pela participação de uma série de outros índices e seu valor encerra todas as perdas ou ganhos obtidos por eles, tendo grande impacto sobre o resultado econômico da atividade. Por ser obtido de maneira simples (divisão do número médio de vacas em lactação no período pela área utilizada) esconde sua grande complexidade. A estrutura do rebanho (participação de cada categoria animal na composição do rebanho), a “% de vacas em lactação da fazenda” (índice que sofre interferência direta da reprodução e da persistência de lactação das vacas do rebanho) e a eficiência no uso da terra (capacidade de suporte da propriedade em função de sua produção de forragem), definem o índice “VL/ha”. O valor obtido por este índice, quando multiplicado pela produção média das vacas em lactação do rebanho resulta na produtividade do sistema. Vamos analisar a seguir a importância de cada um dos componentes deste índice:

**Estruturação do Rebanho:** O objetivo do processo de estruturação do rebanho é adequar as diferentes categorias animais (bezerras, novilhas e vacas) às necessidades econômicas da propriedade. Um rebanho adequadamente estruturado deve possuir no mínimo 60% da sua composição em vacas e o restante, 40%, deve ser composto por bezerras e novilhas. Do total de vacas do rebanho, no mínimo 83% deveriam estar em lactação em média no ano, mantendo assim um rebanho com no mínimo 50% de vacas em lactação em sua composição (83% de vacas em lactação x 60% de vacas no rebanho). Em uma estrutura como esta, com animais tendo o primeiro parto aos 24 meses, e taxa de mortalidade zero dos animais em crescimento, os 40% de animais em crescimento permitiriam uma reposição de 33,3% ao ano (equivalente a 20 animais entrando em produção anualmente em um rebanho com 60 vacas). A longevidade das vacas do rebanho, normalmente com 5 ou 6 lactações nas propriedades que utilizam pastagens como base do sistema de produção, exigem uma menor taxa de reposição. Grande parte dos produtores desconhece o impacto negativo que a composição inadequada do rebanho tem sobre a renda da propriedade leiteira. A maior participação de bezerras e novilhas na estrutura, aumenta o ritmo de crescimento do rebanho, porém aumenta os custos do sistema em um ambiente de

menor geração de renda pela menor participação das vacas no processo. Com poucos animais gerando renda (baixo número de vacas em lactação pela desestruturação do rebanho, além de problemas reprodutivos e vacas com baixa persistência de lactação) a fazenda tem dificuldades de gerar renda para o custeio operacional de suas atividades e por isso não consegue criar adequadamente o excesso de animais em crescimento da propriedade. Os produtores que optam pela venda de parte ou de todos os animais em crescimento, buscando a estruturação adequada do rebanho, possuem benefícios imediatos como a rápida redução do custo de produção em função de um número menor de animais que geram despesas na fazenda, diminuição de tarefas operacionais e de gestão, possibilita a formação de caixa para investimentos e disponibiliza área para aumento do número de vacas na propriedade, oferecendo a possibilidade de mais leite e melhor renda na atividade.

**Porcentagem de vacas em lactação em relação ao total de vacas do rebanho:** A % de vacas em lactação do rebanho é fruto da divisão da quantidade de vacas em lactação pela quantidade total de vacas no rebanho, podendo ser obtida também pela da divisão do período de lactação médio do rebanho (intervalo entre a data do parto e a data da secagem das vacas) pelo intervalo entre partos médio do rebanho. O desempenho reprodutivo do rebanho, responsável direto pelo seu intervalo entre partos, depende basicamente de condições nutricionais e de conforto dos animais, rebanhos bem nutridos e com boas condições de manejo e conforto têm cerca 85 a 90% de suas vacas engravidando antes dos 83 dias pós-parto; problemas clínicos afetam normalmente menos de 15% dos animais do rebanho quando manejados em condições adequadas de alimentação, sanidade e conforto. O período de lactação, outro fator de influência no cálculo da % de vacas em lactação da fazenda, é um componente genético. Animais com lactações curtas (menor que 305 dias) são comuns em rebanhos não especializados; além disso, animais não especializados também possuem baixa persistência de lactação (menor que 80%). A persistência de lactação é definida como a capacidade que tem o animal em manter o volume de leite produzido no decorrer da lactação. Animais de alta persistência conseguem produzir no décimo mês

de lactação mais de 60% do volume de leite produzido no pico. Animais com 95% de persistência, por exemplo, conseguem manter a cada mês de avanço da lactação 95% do volume produzido no mês anterior a contar do pico de lactação. Se uma vaca atingiu um pico de lactação aos 60 dias com 30 kg de leite e sua persistência é de 95%, nos meses seguintes ela produzirá 28,5 (3º mês), 27,0 (4º mês), 25,7 (5º mês), 24,4 (6º mês), 23,2 (7º mês), 22,0 (8º mês), 20,9 (9º mês), 19,9 (10º mês) e assim por diante. Note-se que neste caso a produção de leite ao décimo mês de lactação ainda é 66% do volume produzido no pico (pico = 30 kg, volume no 10º mês = 19,9 kg); isso faz com que vacas persistentes consigam, além de produzir muito mais leite, compensar possíveis problemas reprodutivos que alonguem o intervalo entre partos, pois neste caso, além do animal não secar, continua produzindo bem. Rebanhos bem nutridos, com boa reprodução e persistência adequada diminuem a taxa de descarte involuntário do rebanho, fazendo com que os animais permaneçam mais tempo no plantel exigindo, por consequência, menor taxa de reposição (necessidade de menos animais em recria), fator que favorece a manutenção da estrutura adequada do rebanho.

**Melhoria na eficiência do uso do solo:** O aumento dos níveis de fertilidade do solo é a base para qualquer sistema de produção que busque a intensificação do processo produtivo e que almeje, como consequência, maiores ganhos de produtividade. A maior produção de forragem, no caso da produção de leite, permitirá que mais animais possam ser mantidos em uma mesma área, aumentando a taxa de lotação da propriedade e a manutenção de um número maior de animais no sistema. A melhoria da fertilidade do solo deve vir acompanhada da exploração de plantas forrageiras de alto potencial produtivo, como é o caso das plantas tropicais, que em condições de temperaturas altas, intensa luminosidade, disponibilidade adequada de água e nutrientes, possibilitam, através da alta produção de forragem, a manutenção de um grande número de animais por hectare (em áreas intensificadas é comum a manutenção de mais de 10 vacas/hectare no período de produção das plantas tropicais, mesmo na região sul). O processo de intensificação no uso da terra, representado pela maior produção de forragem, se dá também pela utilização

de técnicas como sobressemeadura de plantas de inverno nas áreas de plantas tropicais e subtropicais, pelo pastejo de plantas de inverno semeadas nas áreas de agricultura e pela melhoria na produtividade do milho utilizado para silagem ou da cana-de-açúcar utilizada para a suplementação volumosa do rebanho no período do inverno. É factível se pensar em 4 vacas em lactação por hectare em sistemas intensificados, desde que se trabalhe com bons índices reprodutivos e rebanhos bem estruturados.

Ganhos de desempenho animal obtidos pela exploração adequada da genética disponível via melhoria da alimentação e manejo do rebanho, quando somados ao aumento do número de vacas em lactação, promovem saltos altamente expressivos no volume de leite produzido na fazenda. O Figura 8 ilustra os ganhos de produção diária de leite promovidos pelo aumento do número de vacas em lactação/ha e pela melhoria na média de produção do rebanho em uma fazenda assistida pela Cooperideal na região sul.

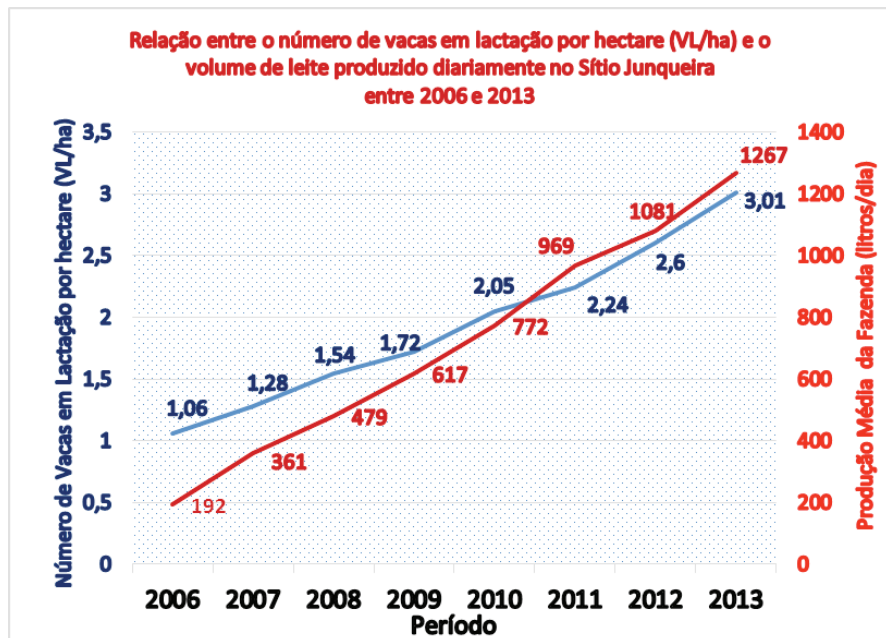


Figura 8. Crescimento da produção obtida com aumento do índice “VL/ha” e da média de produção do rebanho.

## Casos de sucesso no trabalho técnico da Cooperideal

### Produtor Martinho Marcon, Sítio Erveira, Nova Laranjeiras, PR

No Sítio Erveira, propriedade situada no município de Nova Laranjeiras, Paraná, residem e conduzem a atividade leiteira o Sr. Martinho Marcon (pai), Marinês (esposa), Lalaine (filha, 19 anos) e Paulo César (filho, 10 anos). Com acompanhamento técnico da Cooperideal desde 2006, os principais índices desta propriedade podem ser observados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Índices zootécnicos e econômicos do Sítio Erveira (2006 – 2014).

Sítio Erveira (Nova Laranjeiras, PR) Resultados Zootécnicos e Econômicos	Unidades	Período	
		Janeiro a Dezembro/2006	Janeiro a Dezembro/2014
a. Área total da propriedade	ha	17,8	12,9
b. Produção média de leite	Kg/dia	128	674
c. Produção por vaca em lactação	Kg/dia	12,1	22,0
d. Renda Total	R\$	21.421,45	277.492,64
e. Despesa Total	R\$	16.516,81	166.041,61
f. Fluxo de caixa anual – Sobre	R\$	4.904,64	111.451,03
g. Fluxo de caixa/área	R\$/ha	275,54	8.639,61
h. Vacas em lactação	nº	10,5	30,6
i. Vacas secas	nº	2,3	5,2
j. % Vacas em lactação/total de vacas	%	82,0	85,7
k. Total de cabeças no rebanho	nº	30,0	47,0
l. % de vacas no rebanho	%	42,6	76,0
m. % de vacas em lactação no rebanho	%	35,0	66,0
n. Vacas em lactação (VL) por área	VL/ha	0,59	2,37
o. Produtividade da terra c/equiv. leite	Litros/ha/ano	2.624	28.187
p. Despesa de custeio/receita total	%	72,5	42,9
q. Avaliação patrimonial	R\$	217.935,00 (100%)	861.889,00 (395%)
r. R\$ investidos/litro produzido	R\$/litro	1.699,00	1.278,40
s. Retorno sobre o capital investido	%	- 6,38	14,7

O trabalho de intensificação na produção de forragem, aliado à organização do sistema produtivo e estruturação do rebanho, permitiu que a área utilizada para a produção de leite fosse reduzida, de 17,8 hectares em 2006 para 12,9 hectares atualmente, o que possibilitou que se disponibilizasse área para reserva ambiental da propriedade. Mesmo com a redução da área disponível para a atividade, a produção diária, que em 2006 foi de, em média, 128 litros/dia, saltou para, em média, 674 litros/dia em 2014.

Assim, a produtividade da terra, que inicialmente era de 2.624 litros por hectare/ano, subiu para 19.096 em 2014, atingindo 28.187 litros/ha/ano quando se transforma em litros de leite todas as demais rendas da atividade (equivalente leite).

Analisaremos agora o comportamento de alguns índices importantes na evolução zootécnica e econômica do Sítio Erveira:

**Porcentagem de vacas no rebanho:** o trabalho de estruturação do rebanho na propriedade procurou ajustar a proporção das categorias animais, de maneira que a propriedade pudesse priorizar a geração de renda. Era necessário que a propriedade tivesse vacas em lactação o suficiente para que a renda gerada pudesse pagar as despesas da propriedade, garantir sobra de renda ao produtor e ainda disponibilizar recursos para a recria e futura reposição ou aumento do rebanho. Nesse caso, a % de vacas no rebanho, que em 2006 era de apenas 42,6%, foi elevada para 76,0% no último período, possibilitando que do total de 47 cabeças (vacas + novilhas + bezerras) a fazenda mantivesse em média 35,8 vacas no rebanho, das quais 30,6 permaneceram constantemente em produção nos doze meses analisados em 2014 (85,7% de vacas em lactação sobre o total de vacas). Caso essa estratégia não tivesse sido adotada e a fazenda permanecesse apenas com 42,6% de vacas no rebanho, o número de vacas em lactação no último período (2014) não passaria de 17,2 (42,6% de vacas no rebanho x 47 cabeças x 85,7% de vacas em lactação) e a produção média diária da fazenda estaria em apenas 378 litros/dia (17,2 vacas em lactação x 22 litros/vaca), 296 litros menos que a produção média do último período (redução de 56%) e com custos maiores devido ao maior número de bezerras e novilhas em crescimento na propriedade na ausência do processo de estruturação. Em tal situação, a renda da fazenda no período 2014 seria reduzida em R\$ 106.959,60 (296 litros x 365 dias x R\$ 0,99/litro).

**VL/ha (vacas em lactação por hectare):** a estruturação do rebanho (maior participação de vacas em relação as demais categorias do rebanho), a melhoria na reprodução e qualidade produtiva dos animais (fatores que atuam no aumento da % de vacas em lactação na fazenda) e maior eficiência no uso da terra (aumento da capacidade de suporte na propriedade

pela maior produção de forragem), permitiram que a propriedade saísse de 0,59 vacas em lactação por hectare em 2006 ( $10,5 \text{ vacas} \div 17,8 \text{ hectares}$ ) para 2,37 vacas por hectare atualmente ( $30,6 \text{ vacas em lactação} \div 12,9 \text{ hectares}$ ). Se considerarmos a diferença de 1,78 vacas entre um período e outro, é possível conhecermos o impacto que esta estratégia teve sobre a geração de renda na fazenda. Com 1,78 vacas a mais por hectare, a renda acrescida no último período de 12 meses no Sítio Erveira foi de R\$ 182.541,01 ( $1,78 \text{ vacas/ha} \times 12,9 \text{ ha} \times 22,0 \text{ litros/vaca} \times \text{R\$ } 0,99 [\text{preço médio do leite no período na propriedade}] \times 365 \text{ dias}$ ), demonstrando o impacto causado por este índice na geração de renda da propriedade.

A melhoria dos índices zootécnicos, quando obtida de maneira planejada e coerente, normalmente se traduz em bons resultados econômicos. Os índices analisados anteriormente atuam na estrutura produtiva da fazenda, permitindo maior capacidade de suporte e o aumento da participação efetiva de animais produtivos no sistema. Animais em produção é que garantem a sustentabilidade econômica do sistema produtivo, permitindo ao produtor pagar as despesas operacionais da propriedade, fazer os investimentos necessários, gerar sobra suficiente para pagar depreciações, remunerar o capital investido e obter lucro.

Quando analisamos o balanço entre receitas e despesas no ano de 2006 no Sítio Erveira, concluímos que a propriedade não produzia sobra financeira suficiente que atendesse as necessidades da atividade e muito menos do produtor. A sobra anual era de R\$ 4.904,00, cerca de R\$ 400,00/mês, valor pouco maior que os R\$ 350,00 do salário mínimo vigente na época. Em 2006 a fazenda gastava R\$ 0,433 como custo operacional efetivo para a produção de um litro de leite, o que garantia uma margem de menos de cinco centavos por litro frente ao preço médio de venda de R\$ 0,476. Somava-se a isso a baixa produção média diária de apenas 128 litros. Certamente um cenário de desalento para quem estava à frente do negócio.

As mudanças técnicas e organizacionais implementadas na propriedade visavam acima de tudo a melhoria na geração de renda na propriedade. E



assim foi feito. Com aumento na capacidade de suporte (maior produção de forragem) e maior participação de vacas em lactação no sistema, a renda cresceu. De R\$ 21.421,45 em 2006, para R\$ 277.492,64 no período 2014. Apesar do aumento nas despesas operacionais anuais, 7,6 vezes, saindo de R\$ 15.546,81 para R\$ 119.087,81, o resultado final foi muito bom, pois a renda subiu mais, 13 vezes. Diante deste quadro, o produtor passou a reinvestir recursos na propriedade, de R\$ 970,00 em 2006 para R\$ 46.953,80 (quase 48 vezes mais) em 2014. Reinvestindo na atividade 17% de sua receita total, o produtor demonstra o alto nível de confiança que passou a ter na atividade. Alguns índices merecem ser avaliados individualmente neste caso:

**Fluxo de caixa anual:** O fluxo de caixa se refere a diferença entre a receita total da fazenda com a atividade leiteira e o total de desembolsos, sejam eles para pagamento de despesas operacionais e/ou investimentos. O fluxo de caixa, também chamado de sobra, indica o que efetivamente sobrou no bolso do produtor. No caso analisado, o fluxo de caixa anual em 2014 foi de R\$ 111.451,03. Propriedades que dependem exclusivamente da atividade leiteira devem trabalhar sempre com fluxo de caixa positivo, sob pena do produtor não obter recursos suficientes para a manutenção de suas despesas pessoais.

**Porcentagem da renda para o pagamento de despesas operacionais:** Este índice define quanto da renda da propriedade está sendo utilizada para o pagamento das despesas operacionais da atividade (custeio). Este índice é obtido dividindo-se o valor das despesas operacionais pela renda total da atividade, multiplicado por 100. Os gastos com despesas de custeio, quando superiores a 70% da receita obtida, indica uma situação de risco da atividade. Oscilações de preços de leite ou de insumos podem colocar a atividade em dificuldade nessa situação. No período 2014 o Sítio Erveira gastou em média 42,9% de sua renda total com pagamento de despesas de custeio, revertendo a situação do período inicial (2006), quando 72,5% da renda era comprometida com o pagamento de custeio. Mais importante que produzir é produzir com organização, controle e conhecimento do que está sendo feito.



**Figura 9.** Sítio Erveira, Nova Laranjeiras, PR - Família Marcon.

## **Caso do Sítio Machado**

Analisaremos a evolução do Sítio Machado, localizado no município de Planalto, na região Sudoeste do Estado do Paraná, que passou por mudanças significativas desde que passou a receber acompanhamento técnico da Cooperideal nesse mesmo período. A propriedade possui área total de 08 de hectares e é conduzida pela família formada pelo pai, Luís Machado, pela mãe, Rosecler e pelos filhos Guilherme e Lucas, com 18 e 14 anos, respectivamente.

O trabalho na propriedade teve início no ano de 2007, quando então se produzia 118 litros de leite/dia, a principal atividade do sítio era a produção de fumo, cultura comum na maior parte das propriedades da região. A produção de fumo consumia praticamente toda força de trabalho da família e o leite era considerado atividade secundária, sendo conduzida principalmente pela esposa, pois os filhos eram pequenos à época e o marido esporadicamente participava da atividade. Através da indicação de um vizinho que havia recebido algumas visitas do técnico

Carlos Eduardo Freitas, a família Machado teve o primeiro contato com o trabalho hoje executado pela Cooperideal. O próprio produtor diz que não deu muita atenção ao que disse o técnico na primeira visita à propriedade, pois a produção de leite lhes parecia tão incapaz de promover algum tipo de mudança na vida da família que o produtor desconfiava da veracidade do que dizia o técnico a respeito da atividade. O produtor foi convidado a conhecer a propriedade do produtor Rudi Mauro da Silva, que estava sendo acompanhado pelo técnico havia dois anos. Cheia de dificuldades, a propriedade tinha apenas 5 hectares de área total e pedras por todos os lados, mas, ainda assim, o produtor se mostrava confiante e motivado pelos primeiros resultados que começavam a ser obtidos com a aplicação do trabalho técnico. O produtor visitante pode entender um pouco o que estava sendo proposto, os princípios do trabalho e, principalmente, visualizar o potencial que sua área tinha para a produção de leite. Ao chegar em casa, Luís Machado conversou com sua esposa e decidiram que era o momento de se dedicarem mais à produção de leite e que aos poucos diminuiriam o trabalho com a produção de fumo; o tempo que levaria este processo de transição dependeria de como seriam os resultados obtidos com a produção de leite. Para direcionar as ações que seriam implementadas foi definido o volume de 500 litros/dia como um objetivo a ser alcançado nos anos seguintes. A partir de 2011 a propriedade passaria a ter o acompanhamento do técnico Judinei Reino de Moraes também da Cooperideal. A estruturação da propriedade foi iniciada pela formação de uma área de 0,8 ha de Tifton 85, a ser intensificada e onde estariam em pastejo as melhores vacas do total de 11 animais em produção que a propriedade tinha em janeiro de 2007. Essa área posteriormente foi expandida para 1,3 ha e hoje é irrigada; em seguida, para atender a necessidade do rebanho que crescia, foi estabelecida uma área com 1,4 ha de capim Mombaça, também para pastejo intensivo de verão. Anualmente é feito o plantio de milho para silagem em uma área de 3,6 ha, onde também é realizado o plantio de aveia e azevém para pastejo de inverno. As áreas de Tifton e Mombaça também recebem sobresseadura de aveia e azevém e continuam sendo pastejadas no período do inverno. A produção diária da propriedade que era de 118 litros em 2007, período anterior ao início do trabalho técnico, atingiu média de 704 litros/dia nos últimos doze meses,

com picos de produção superiores a 800 litros/dia. Com isso, o objetivo inicial de produção estava superado e agora a família busca atingir a produção de 1.000 litros/dia. O resumo dos índices zootécnicos e econômicos da fazenda estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Índices zootécnicos e econômicos do Sítio Machado (2007 – 2014).

Sítio Machado (Planalto, PR) Resultados Zootécnicos e Econômicos	Unidades	Período	
		Janeiro a Dezembro/2007	Janeiro a Dezembro/2014
a. Área total da propriedade	ha	8,0	8,0
b. Produção média de leite	Kg/dia	140	704
c. Maior produção diária obtida	Kg/dia	174	802
d. Produção por vaca em lactação	Kg/dia	11,8	22,7
e. Renda Total	R\$	27.760,18	277.317,76
f. Despesa Total	R\$	12.676,93	174.288,46
g. Fluxo de caixa anual – Sobre	R\$	15.083,25	103.029,30
h. Fluxo de caixa/área	R\$/ha	1.885,40	12.878,66
i. Vacas em lactação	nº	11,9	31,5
j. Vacas secas	nº	3,3	4,7
k. % Vacas em lactação/total de vacas	%	78,0	87,0
l. Total de cabeças no rebanho	nº	22,0	50,3
m. % de vacas no rebanho	%	69,0	72,0
n. % de vacas em lactação no rebanho	%	54,0	62,6
o. Vacas em lactação (VL) por área	VL/ha	1,48	3,93
p. Produtividade da terra	Litros/ha/ano	6.545	34.262
q. Avaliação patrimonial	R\$	132.260,00	395.860,00
r. Crescimento patrimonial	%	100	299
s. R\$ investidos/litro produzido	R\$/litro	944,71	562,30
t. Retorno sobre o capital investido	%	6,2	16,1

O crescimento da produção no Sítio Machado, considerando-se a produção média de 140 litros/dia em 2007, primeiro ano do trabalho na propriedade, foi de 500%, até atingir média de 704 litros/dia em 2014; em relação à produção de 118 litros/dia encontrada na primeira visita técnica realizada no mês de janeiro de 2007, o crescimento foi ainda maior, 596%. Analisaremos alguns fatores que contribuíram decisivamente para que o crescimento da produção ocorresse em uma escala tão alta, considerando-se o fato de que a propriedade não possuía recursos financeiros externos ao negócio e mesmo o acesso ao crédito rural era limitado pela sua pequena capacidade de pagamento. O índice Vacas em

lactação por área (VL/ha) teve um crescimento tecnicamente muito significativo na propriedade, evoluindo de 1,48 para 3,93 em um período de 8 anos.

**Melhoria na eficiência do uso do solo:** Em 2014 o sítio Machado manteve 31 vacas em lactação utilizando uma área de pastejo de 2,4 hectares, ou seja, entre os meses novembro a março foram mantidas, em média, 12,9 vacas/hectare nas áreas intensificadas com o uso de plantas tropicais (1,4 ha de Mombaça sequeiro e 1,3 ha de Tifton 85 irrigado). No início de 2007, período inicial do acompanhamento técnico, a propriedade conseguia manter apenas 12 vacas mesmo utilizando toda área do sítio. Para alimentação dos animais no período frio do ano, normalmente entre os meses de abril a outubro, a propriedade investiu na elevação da fertilidade das áreas de produção de milho para silagem. Essa mesma área recebe o plantio de aveia e azevém em abril, após a colheita da segunda safra de milho. As áreas de Tifton e Mombaça recebem também a sobressemeadura de aveia e azevém no período frio, o que permite que a mesma área pastejada com plantas tropicais no período quente continue sendo utilizada no período frio com plantas de inverno.

**Desempenho animal:** Com melhorias relacionadas à alimentação, manejo e conforto do rebanho, foi possível à propriedade explorar de maneira adequada o potencial produtivo das vacas do rebanho. A média de produção por vaca em lactação que em 2007 foi de 11,8 saltou para 22,7 litros/vaca/dia nos últimos doze meses analisados, demonstrando o quanto as propriedades leiteiras deixam de produzir quando o melhoramento genético não vem acompanhado de melhorias na estrutura da fazenda. Tal melhoria de desempenho dos animais garante eficiência no trabalho operacional da propriedade, pois se produz mais leite com menos animais e consequentemente com menos trabalho. Além do alimento volumoso em quantidade e qualidade, a propriedade passou também a arrastar as vacas de acordo com a produção, quem produz mais, come mais e melhor, e assim a “meritocracia” foi implantada no sítio Machado.

**Porcentagem de vacas em lactação em relação ao total de vacas do rebanho:** No sítio Machado a % de vacas em lactação em relação ao total de vacas do rebanho saiu de 78% em 2007 para 87% nos últimos doze meses analisados, demonstrando o efeito positivo da alimentação e manejo do rebanho sobre este indicador. No Brasil são comuns rebanhos que aliam problemas de curto período de lactação com intervalo entre partos longos e que resultam em % de vacas em lactação no rebanho inferiores a 60% do total de vacas.

**Estrutura do rebanho:** No caso do sítio Machado, o rebanho possui em sua composição 72% de vacas (total de vacas (36,2) ÷ total de animais no rebanho (50,3)), em média 87% destas vacas permaneceram em lactação no decorrer de 2014 (31,5 vacas em lactação ÷ 36,2 vacas no total), fazendo com que o rebanho mantenha em produção 62,6% do total de animais da fazenda (72% x 87%).

A melhoria da eficiência no uso do solo, no desempenho animal, na reprodução, persistência e estrutura do rebanho, grupo de fatores que juntos permitiram um aumento significativo na quantidade de vacas em lactação por hectare na propriedade, possibilitou que o sítio Machado alcançasse a surpreendente produtividade de 34.262 litros/ha/ano, resultado mais de dez vezes superior à produtividade média das propriedades leiteiras no Brasil. O fluxo de caixa (sobra financeira efetivamente embolsada pelo produtor) foi de R\$ 103.029,30 nos últimos doze meses, por unidade de área este valor equivale a uma sobra R\$ 12.878,66/ha/ano. Mesmo com uma evolução patrimonial de 299% após 8 anos de acompanhamento técnico (saindo de um patrimônio de R\$ 132.260,00 em 2007 para R\$ 395.860,00 no ano de 2014), a propriedade ainda obteve um ótimo retorno sobre o capital investido na atividade, 16,1% no último período de acompanhamento.

Os resultados obtidos no sítio Machado são um típico exemplo de que em um curto período de tempo é possível mudar a realidade técnica da atividade leiteira no país, basta, para isso, que sejam aplicados conceitos produtivos adequados e que o trabalho realizado no dia-dia da atividade tenha direção e objetivos claros.



**Figura 10.** Sítio Machado, Planalto, PR - Família Machado.

## Conclusão

É possível avançarmos muito na produção de leite e na geração de renda nas fazendas produtoras com a aplicação de medidas simples. Técnicas produtivas e gerenciais que existem há muitos anos ainda não são aplicadas na maior parte das propriedades leiteiras do Brasil, seja pela falta de capacitação adequada da assistência técnica disponível ou pela ausência de apoio a trabalhos de desenvolvimento voltados para a geração de renda. Nos Estados do sul do país, de onde foram extraídas todas as informações, imagens e dados citados, a produção média por propriedade leiteira está ao redor de 100 litros/dia, mesmo tendo-se em média mais de 30,0 hectares disponíveis para a produção. A aplicação de conceitos técnicos e de controle possibilitaria, como se viu nos casos analisados, a expansão da produção para patamares bem mais elevados sem grande esforço e sem nenhuma invenção tecnológica, bastando apenas a aplicação de conceitos básicos de eficiência no sistema produtivo. O que determina se uma propriedade é grande ou pequena não é



o tamanho de sua área e sim o nível de conhecimento disponível para a sua exploração, quanto menor o nível de conhecimento, maiores serão as necessidades de fatores produtivos, principalmente capital e terra. Certamente muitas famílias produtoras de leite acreditam que sua área é insuficiente e que não há recursos financeiros capazes de reverter a situação, porém com a aplicação de conhecimento tecnológico é possível elevar o nível de conhecimento de todos os envolvidos, a ponto da situação se inverter completamente. A evolução técnica dos pequenos produtores poderá transformar em solução aquilo que anunciadamente seria um grande problema para o país pela extinção da estrutura produtiva da pequena propriedade familiar.

## **Literatura recomendada**

CORSI, M.; FARIA, V.P. Índices de Produtividade em Gado Leiteiro. In: **Produção de leite: conceitos básicos**, Piracicaba, SP. Fealq, Piracicaba, 1988, p. 23-44.





## CAPÍTULO 2

### **Falta mão de obra na roça (E vai faltar cada vez mais)...**

*Luis Fernando Laranja da Fonseca*

É provável que de cada 10 artigos que analisam esta questão, dez concluam exatamente da forma que está escrito no título acima, ou seja, que a mão de obra vai ficar cada vez mais escassa no campo. Escrevendo de forma livre e intuitiva, e sem respeitar os estudos e as estatísticas, eu discordo disso tudo, baseado só nas minhas impressões. Talvez nós tenhamos aqui um problema de qualificação do assunto, ou seja, não estamos tratando de “número de pessoas” disponíveis para trabalhar na roça hoje e no futuro, mas sim de “tipo de pessoas” que farão as atividades cotidianas nas fazendas. Isso muda muito a análise! Para nossa felicidade geral, a qualificação das pessoas, inclusive na roça, vem passando por uma revolução absurda. Eu diria que o termo é esse, revolução. Você achar um caboclo jovem hoje no campo que não frequentou a escola é “quase impossível”. Mas eu vou mais longe do que isso, você encontrar um jovem hoje que mora na zona rural, filho de um funcionário típico de fazenda, que tenha ou esteja frequentando um curso superior não é caso raro mais. E isto para mim é uma coisa espetacular. Isto é o que pode fazer a diferença quando falamos do futuro da produtividade por exemplo. Dado este cenário, a questão posta é que oportunidade de trabalho nós temos para oferecer para este jovem e qual oportunidade de trabalho ele está interessado?

Eu digo que a célula operacional principal do funcionário tradicional de fazenda era a “célula muscular” (o cara carregava saco de ração, raspava esterco do curral, tirava leite na mão, etc...) Mas cada vez mais

a principal célula operacional será o “neurônio” (o cara vai gerenciar dados, administrar robôs ou ordenhadeiras altamente automatizadas, tratores e vagões misturadores de alta tecnologia, relatórios de produção complexos e analíticos). Nos últimos 200 anos o mundo passou por 2 revoluções, a industrial, que substituiu a força física do homem pela força mecânica e que foi provavelmente a mudança mais radical e rápida da história da humanidade e mais recentemente a revolução da internet (associada a outras coisas como inteligência artificial, comunicação em rede e outros nomes que nem eu sei o que significam...) que multiplicou a capacidade de processamento de informações e por consequência o potencial da capacidade de uso do cérebro humano em proporções inimagináveis há 30 anos atrás. Bom, em muitos casos essas duas “revoluções” estão chegando ao campo “numa pancada só”. Nós convivemos ainda com a mudança da enxada, do “raspador de bosta” e da “munheca” para tirar leite, para a ordenha robotizada. Esse é o cenário!

A pergunta correta então é: vai faltar caboclo para raspar bosta de estábulo e tirar leite na munheca? A resposta é SIM, GRAÇAS A DEUS! Mas se você me perguntar se vai faltar moleque inteligente para gerenciar a ordenha robotizada, vagão misturador computadorizado, trator ligado com GPS que faz agricultura de precisão, a resposta é NÃO, GRAÇAS A DEUS! E grande parte desses moleques que estão operando ou vão operar essas máquinas esquisitas e complexas são filhos do cara que carregava saco de ração nas costas. Estamos falando de uma revolução em uma geração. Isso é espetacular. E o salário desse garoto, não vai ter parâmetro de comparação com o do pai dele, também GRAÇAS A DEUS! E o proprietário da fazenda, que vai contratar o moleque, vai pagar um salário significativamente maior para ele não necessariamente por que acha isso socialmente legal, mas sim porque o moleque vai gerar um volume de leite/funcionário infinitamente maior. Com isso a molecada cabocla com “chip cerebral turbinado” vai ganhar uma grana que o pai jamais imaginaria.

E veja que essas novas tarefas mais desafiadoras do campo são altamente atrativas para esse novo perfil de “funcionário”. Eu realmente

acho que o garoto vai querer muito exercer uma atividade que exige o talento dele, a formação dele. Pilotar um desses tratorzões tecnológicos comuns hoje nas fazendas é muito melhor do que jogar *Playstation 4* ou *Xbox*, coisa que a molecada faz muito melhor do que nós. E eu estou falando de recursos básicos, pois o nível de interatividade nas atividades agropecuárias com as novas mídias vai ser crescente numa escala que nós ainda não temos condições de entender. Outro dia uma empresa veio me oferecer um recurso que garantia que todas as vacas no cio seriam anunciadas em tempo real no meu celular... “Deus me livre, eu falei !!!”, mas o moleque que faz a gestão de informações lá da fazenda “ficou doido”. Esse é o moleque que vai querer trabalhar na roça, que vai levar o nosso índice da taxa de concepção para um patamar melhor do que o pai dele que usava uma caderneta no bolso e uma caneta presa na orelha.

E qual a atratividade em termos de qualidade de vida para um jovem morar na roça? Com todas essas revoluções, morar na roça vai ficar cada vez melhor.... Hoje você tem internet em tudo que é rincão desse país (eu tenho negócios até nos confins da Amazônia e mesmo de forma muitas vezes precária a internet está chegando lá muito rapidamente), isso amplia muito as possibilidades e a qualidade de vida desse caboclo. As vias de acesso, via de regra ficam melhores, as escolas ficam mais perto, você tem água limpa em casa, saneamento, comida farta, silêncio em casa, segurança, isso tudo, talvez ofereça uma perspectiva para um jovem melhor do que ir morar numa cidade para ser funcionário da área de TI de uma empresa, de uma loja, de um banco. Vários estudos já começam a apontar em diversos países, como nos EUA por exemplo, o início do retorno dos jovens para o campo.

Então eu acho que devemos ter outra visão sobre este “problema” (falta de mão de obra), porque talvez ele não exista. Nós precisamos acelerar essa transformação potencial sensacional que temos, com benefícios para todos e com aumento da produtividade e da felicidade.



## CAPÍTULO 3

### Sucessão e herança na propriedade rural leiteira

*Lucildo Ahlert*

A agricultura familiar, instalada na região Sul, após a independência do Brasil, apresenta características específicas no desenvolvimento das suas atividades e na distribuição de resultados gerados.

Esse sistema de produção, em que o capital está aliado ao trabalho, é desenvolvido em propriedades rurais da agricultura familiar e representa um dos esteios da base econômica da região Sul do Brasil. As decisões, nesse sistema, estão centralizadas nos pais, que detêm o controle do capital, e os membros da família não recebem salários sistemáticos, mas todos os integrantes, de forma conjunta, apropriam-se dos resultados gerados no final de cada ciclo produtivo. Uma das dificuldades nesse sistema de produção é que se misturam questões familiares com questões de negócios e não se distinguem fatores de produção das atividades, com fatores de uso pessoal dos familiares, encontrando-se, no mesmo pátio, as instalações necessárias para as atividades e a residência dos familiares.

As produções primárias, oriundas desse sistema, abastecem agroindústrias e cooperativas que têm forte representatividade no mercado exportador, destacando-se as cadeias produtivas de carnes, como frango e suínos, de leite, de erva-mate, de milho, de soja, de fumo e, também, a produção de ovos.

Desde os primórdios, além de produzir mantimentos para sua autossuficiência, as famílias também se dedicavam a atividades relacionadas com o mercado consumidor, com o fim de conseguir recursos para pagar prestações assumidas na colonização, já que em muitas regiões do Rio Grande do Sul esta foi desenvolvida de forma privada (AHLERT E GEDOZ, 2001).

Acostumados com essa ótica, uma vez pagas as prestações da terra, as famílias começaram a acumular capitais, cujos recursos foram investidos na compra de novas glebas para os filhos. Com a escassez de terras na região, os investimentos foram direcionados para áreas mais distantes. Primeiro no Estado em que residiam, depois em Santa Catarina, Paraná, e, mais tarde, em regiões como Centro-Oeste e Norte e até em países limítrofes brasileiros, como Paraguai e Bolívia. Dessa forma, pode-se afirmar que o agronegócio brasileiro é forte graças à disseminação desse sistema de produção, que se utiliza das forças dos integrantes da família.

Observa-se, pois, que existiam dois grandes objetivos para a agricultura familiar do sul do Brasil: a produção de mantimentos para o sustento da família e a geração de sobras para investimentos. No entanto, não fazem parte da sua lógica familiar distribuições sistemáticas de resultados para os participantes, pois os recursos gerados são mantidos em um caixa único, em que os valores são usados no negócio e na manutenção da família.

Ao longo do tempo, o processo de sucessão familiar aconteceu de forma natural, com subdivisão das propriedades, de acordo com o número de filhos, onde isto era possível, ou com aquisição de novas glebas para os demais. Assim, mesmo que os filhos não recebiam remuneração pelo seu trabalho, sabiam que o seu futuro seria garantido pelos pais, em momento oportuno.

Essa lógica perdurou enquanto que a sociedade vivia de forma conservadora, sem a busca da ascensão social, em que cada um mantinha-se no seu estrato. Filhos de agricultores se transformavam em futuros agricultores e filhos de médicos, em futuros médicos. Inclusive o próprio estilo de vida identificava-se com cada faixa social. Aceitava-se que a vida no meio rural era mais rude do que na cidade, pois isso fazia parte da própria atividade.

Com o advento da industrialização, que criou possibilidades de emprego para pessoas do meio-rural, e com a ampliação do tempo de

freqüência às escolas, em ambientes urbanos, em que se privilegia o ensino voltado para esse meio, essa lógica foi quebrada. Hoje, os filhos dos agricultores sonham em serem profissionais urbanos, ainda mais, quando a mídia televisiva, nas novelas, enfoca uma vida urbana com possibilidades e benesses, enquanto que, nas poucas vezes que o tema rural é abordado, mostra-se uma vida sofrida e com pessoas atrasadas.

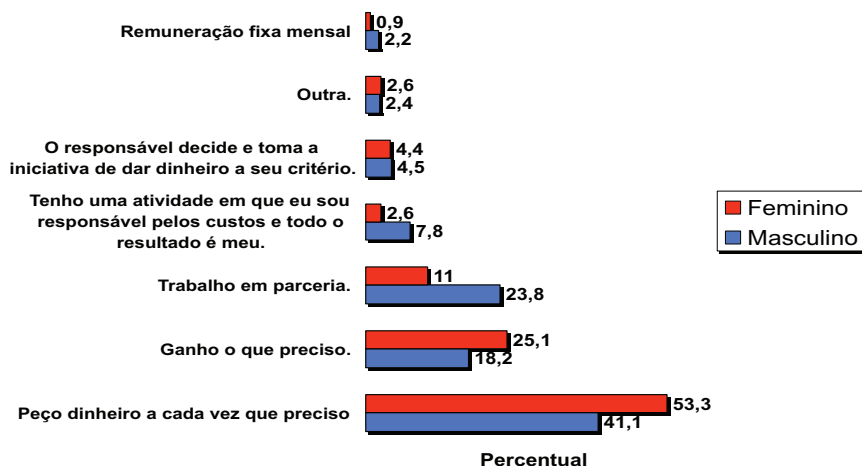
No entanto, por outro lado, a agricultura familiar passou por profundas mudanças. Tornou-se mais forte e reconhecida com a criação de entidades representativas, como o Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR), e com definição de políticas públicas específicas, como a aposentadoria oficial e financiamentos públicos subsidiados para o setor.

Mas, no sistema produtivo, as mudanças foram ainda mais acentuadas: reduziram-se atividades de manutenção, para aumentar a escala de atividades voltadas para o mercado. Essa nova realidade exige investimentos constantes e volumosos em tecnologias e gastos com insumos, que elevam os custos de produção, já que estes, antes produzidos na propriedade, são atualmente adquiridos no mercado. Assim, além de estar com prestações permanentes a pagar em bancos, tanto de custeio quanto de investimentos, os capitais gerados através das atividades, antes utilizados para a organização de uma nova propriedade para os filhos, agora são reinvestidos na propriedade.

Dessa forma, sem remuneração sistemática e sem perspectivas futuras na atividade rural, o jovem busca outra formação profissional, direcionada para o meio urbano. Assim, a forma natural de reprodução do sistema está esgotada, necessitando de novas estratégias para que se mantenha esta forma produtiva no futuro. Esta nova realidade foi diagnosticada através de pesquisa realizada há mais de dez anos, na região do Vale do Taquari, no Estado do Rio Grande do Sul.

Na referida pesquisa, observou-se que a grande maioria dos filhos, atuantes em propriedades rurais da agricultura familiar, não recebe remuneração sistemática. Só recebe dinheiro quando pede aos pais, em momento de necessidades (Figura 1).





**Figura 1.** Forma de recompensa do trabalho realizado pelos filhos que exercem atividades nas propriedades.

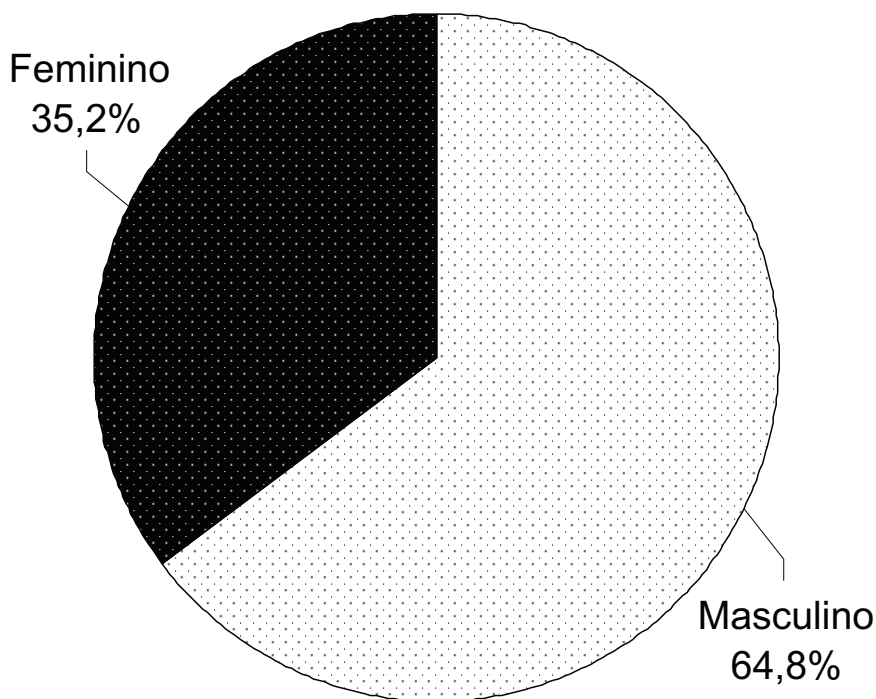
**Fonte:** Univates, Fetag e MDA – Pesquisa sobre a dinâmica populacional e a sucessão da agricultura familiar no Vale do Taquari.

Assim, a maioria dos filhos depende dos responsáveis da propriedade para ter acesso a recursos financeiros para seu lazer, suas obrigações, entre outras situações. Isso pode estar influenciando na falta de sucessores na propriedade, pois, uma vez não tendo autonomia financeira na propriedade, os filhos tenderão a buscar seu espaço fora dela (CARVALHO E SANTOS, 2007).

A pesquisa mostrou, também, que, no entendimento dos atuais proprietários, a atividade em propriedades rurais deve ser direcionada para os filhos homens, em detrimento dos integrantes femininos, que devem buscar outras atividades nos espaços urbanos. Esta visão está gerando um descompasso entre os gêneros no meio rural, dificultando, inclusive, para alguns jovens, a formação de novas famílias. Conforme a pesquisa, dos jovens residentes, apenas um terço era do sexo feminino (Figura 2).

Constatou-se que as filhas mulheres são preteridas no processo sucessório, sendo que, muitas vezes, elas não são as protagonistas na agricultura e essa forma mais passiva não as evidencia perante os responsáveis

como sendo preparadas para assumir a propriedade. Assim, para as filhas mulheres a principal atividade reservada é a atividade doméstica (CARVALHO, 2007)



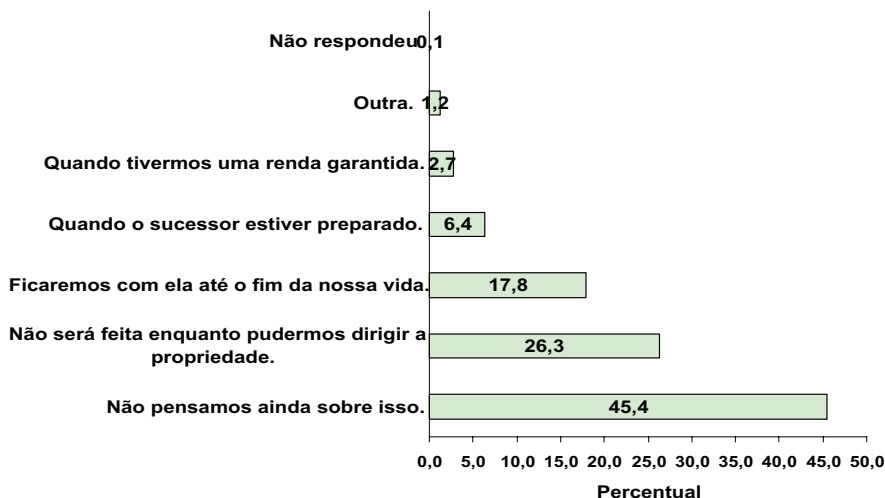
**Figura 2.** Distribuição por gênero dos filhos residentes com proprietários no Vale do Taquari – RS.

**Fonte:** Univates, Fetag e MDA – Pesquisa sobre a dinâmica populacional e a sucessão da agricultura familiar no Vale do Taquari.

Outro fator importante, que afeta a manutenção de jovens nas propriedades da agricultura familiar, está relacionado com a visão futura que os pais têm em relação à propriedade (Figura 3).

Os dados mostram que os pais estão mais preocupados com as suas necessidades financeiras na velhice do que com o futuro dos filhos. A maioria dos atuais proprietários nem pensou ainda sobre a sua sucessão e muitos explicitam que pretendem se manter na atividade como produtores

até onde a sua energia e saúde permitirem e outros manifestam o seu desejo de ficar com a propriedade até o fim de sua vida, para garantir, assim, pela manutenção do capital a sua capacidade financeira (AHLERT, 2007).

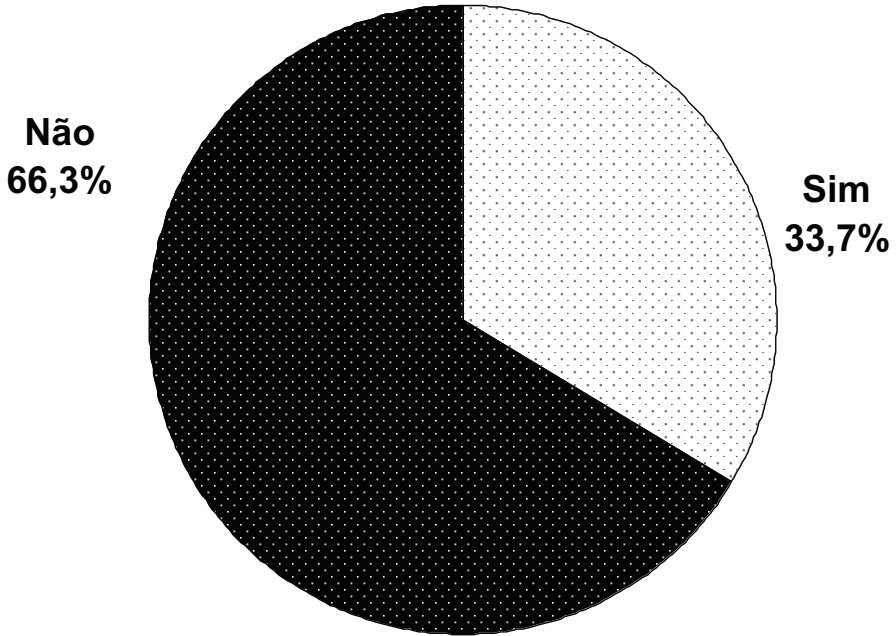


**Figura 3.** Momento em que os atuais proprietários pretendem transferir o controle da propriedade no Vale do Taquari.

**Fonte:** Univates, Fetag e MDA – Pesquisa sobre a dinâmica populacional e a sucessão da agricultura familiar no Vale do Taquari.

Isso demonstra a dificuldade que os filhos dos atuais produtores encontram para se tornarem proprietários. Considerando que a expectativa de vida da população brasileira, tanto urbana, quanto rural, está aumentando, a sucessão ocorrerá cada vez mais tarde, o que desestimulará os filhos a seguirem a carreira na propriedade rural, pois muitos poderão se tornar proprietários das propriedades dos seus pais somente depois que tiverem a idade de 50 anos, quando já existirá uma nova geração de filhos destes em idade de aspirar uma propriedade.

Conjugando as diversas situações apresentadas, que dificultam o processo de sucessão nas propriedades da agricultura familiar pesquisadas, observou-se, na época, que em aproximadamente 34% das propriedades vislumbrava-se uma sucessão relativamente viável para a continuidade de atividades econômicas com disponibilidade de sucessores.



**Figura 4.** Definição da sucessão nas propriedades dos atuais proprietários no Vale do Taquari.

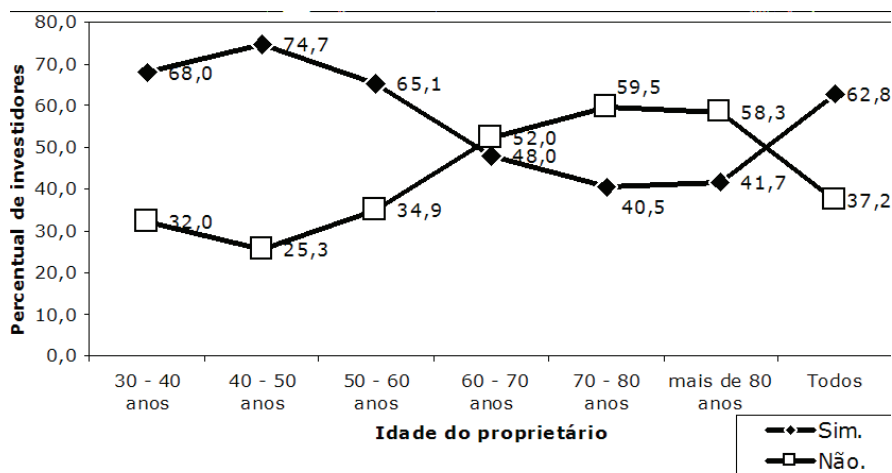
**Fonte:** Univates, Fetag e MDA – Pesquisa sobre a dinâmica populacional e a sucessão da agricultura familiar no Vale do Taquari.

No entanto, há de se considerar ainda que a sucessão envolve uma série de aspectos legais e dificuldades financeiras, principalmente nas propriedades onde existem mais sucessores qualificados e nas quais se pretende que apenas um seja o sucessor.

Além disso, sabe-se que à medida que as pessoas envelhecem, diminui a sua vontade de correr riscos. Diante da necessidade de constantes investimentos, as propriedades que não contam com perspectivas de sucessores certamente terão dificuldades em se adequar às condições tecnológicas exigidas, pois, pela idade dos seus proprietários, não há mais pré-disposição para realizar tais investimentos.

Na pesquisa realizada em 2005, a maior proporção de agricultores que se dizia investir estava na faixa etária dos 40 aos 50 anos. A partir desta faixa etária, observa-se a redução de sua vontade em correr riscos e aos

60 anos em diante a proporção dos que não tinham intenção de investir era superior aos que se diziam ainda fazer novos investimentos (Figura 5).



**Figura 5.** Interesse em investir segundo a idade dos proprietários da Agricultura Familiar do Vale do Taquari.

**Fonte:** Univates, Fetag e MDA – Pesquisa sobre a dinâmica populacional e a sucessão da agricultura familiar no Vale do Taquari.

**Observação:** Os percentuais foram calculados sobre o total das amostras de cada faixa etária e sobre a amostra total.

Em se mantendo esta situação, poderá ocorrer uma redução na produtividade das propriedades, o que certamente desestimulará ainda mais o sucessor a esperar pela sua hora de assumir o negócio e podendo para muitos, quando chegar esse momento, já ter passado a fase de interesse em correr riscos.

Com essa nova realidade, para garantir a sustentabilidade das cadeias produtivas, que ligam os fornecedores de insumos com estabelecimentos agropecuários às mesas das famílias consumidoras finais, inclusive de outros países, as lideranças do setor precisam incluir nas suas estratégias a busca de mudanças na forma de gestão da agricultura familiar nas suas propriedades. Dois elementos são fundamentais: a geração de recursos para viabilizar a remuneração dos membros da família de forma sistemática e a implantação de um sistema planejado da sucessão familiar nas propriedades.

A propriedade precisa ser gerenciada de forma que, além de atender as necessidades de investimentos, produza resultados positivos entre os preços dos produtos e o seu custo operacional, para remunerar a mão-de-obra familiar utilizada, acima de outras possibilidades no mercado. É necessário capacitar os integrantes da agricultura familiar, principalmente os jovens, na utilização de ferramentas de gestão, para que possam planejar, analisar e controlar as atividades, de forma eficaz no curto, médio e longo prazos, produzindo de forma lucrativa. Caso contrário, somente jovens com menos oportunidades educacionais ficarão no campo. Os demais buscarão a migração para as cidades, pois esta lhes aparece com um horizonte mais promissor do que a permanência no campo, não tanto pelas possibilidades da cidade, mas, principalmente, pela falta de perspectivas promissoras no meio rural.

Com o crescimento das atividades na propriedade, que demanda sistematicamente novos investimentos de valores significativos, torna-se necessário estabelecer critérios que tentem separar os negócios desenvolvidos na propriedade, das necessidades e demandas familiares. Para que o negócio possa subsistir, é necessário que os integrantes da família trabalhem em prol dos resultados dos negócios e não que os negócios estejam em função das necessidades da família. Nesse sentido, deve-se estabelecer a separação do caixa relacionado com os gastos da família, do caixa que controla os gastos relacionados com o negócio. Para isto, deve-se estabelecer um valor suportável pelas atividades para atender as necessidades básicas dos integrantes, uma espécie de pró-labore.

Como a agricultura familiar está desvinculada dos padrões industriais de patrão e empregado e é uma atividade típica em que os atores são donos do seu próprio negócio, exige-se dela uma visão empreendedora.

Dessa forma, para que alguém possa se apresentar como um postulante para a sucessão na propriedade rural é necessário que apresente algumas características empreendedoras, ou que esteja disposto a aprender algo em relação a isso.

Entre as características elencadas por especialistas, um empreendedor precisa ter iniciativa, estar disposto a buscar e conhecer oportunidades de negócio e estar atento ao que acontece ao seu redor, em relação às atividades desenvolvidas.

Lidar com atividades econômicas exige perseverança, pois dificuldades sempre aparecem e o sucesso é daquele que consegue transformar problemas em soluções criativas. É necessário entender que essas atividades apresentam variações, com altos e baixos, e que seus resultados não devem ser avaliados pelas situações otimistas, mas pelas médias obtidas, que são mais realistas.

Um agricultor que não tem coragem de correr riscos terá dificuldades em se sentir realizado na sua atividade. Atividades agropecuárias, além dos riscos inerentes a qualquer atividade de mercado, apresentam riscos de clima, como estiagens, excesso de chuva, granizo, geada, neve e ventanias, entre outros. Assim, arriscar-se faz parte do ato de empreender, em que usa informações para tomar decisões complexas, com risco calculado.

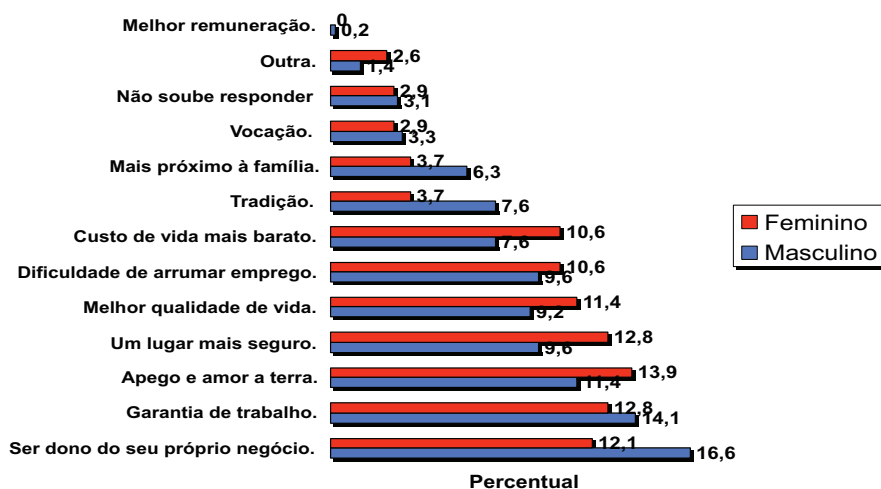
Num ambiente de risco, não se pode dispensar o planejamento das ações. Nesse sentido, ter capacidade de planejamento é fundamental para um empreendedor. Além de ter a visão onde se está e aonde se quer chegar, é preciso saber agir na hora certa. O dono do seu negócio deve saber definir planos de ações e priorizar alternativas a serem implementadas, para alcançar os objetivos propostos. As ações devem ser monitoradas, corrigidas e revistas, à medida que novas informações estejam disponíveis.

Como no gerenciamento de um negócio é fundamental ter informações, a rede de contatos é importante. Para isso, é necessário que o empreendedor participe de eventos e feiras, onde conhecerá outras pessoas relacionadas com a sua realidade do dia-a-dia, para formar bons contatos.

E uma característica fundamental do empreendedor está relacionada com a capacidade de liderar pessoas. Para isso, o sucessor deve desenvolver

a capacidade de ouvir e estimular permanentemente os seus liderados para motivá-los e deixá-los comprometidos.

Mesmo que um empreendedor precisa preencher vários requisitos, na pesquisa realizada no Vale do Taquari há 10 anos junto a jovens rurais da agricultura familiar, observou-se que muitos buscam este perfil. Ter o seu próprio negócio é o que apresenta maior destaque entre os fatores que mantêm as pessoas no meio rural, principalmente para os do sexo masculino (Figura 6).



**Figura 6.** Fatores que mantêm as pessoas no meio rural na opinião dos filhos residentes na propriedade.

**Fonte:** Univates, Fetag e MDA – Pesquisa sobre a dinâmica populacional e a sucessão da agricultura familiar no Vale do Taquari.

Apesar disso, muitos pais não estimulam os seus filhos a continuarem na atividade rural, pois acreditam que se eles se prepararem através do estudo terão uma vida melhor na área urbana.

A tarefa de desenvolver nos filhos o espírito empreendedor é de responsabilidade dos pais. Eles têm a responsabilidade de ensinar e guiar os filhos para que eles desenvolvam a sua capacidade e os conhecimentos de que precisarão para cuidar de si próprios ao assumir a vida adulta.



Para isso, os pais precisam dar-lhes oportunidade para que aprendam a tomar decisões e que ajam de forma responsável.

Nesse contexto, os pais têm a responsabilidade de criar e manter uma estrutura familiar funcional, por meio da qual tanto eles, quanto seus filhos, possam crescer, aprender, enriquecer e desenvolver todo o seu potencial.

Essa realidade, no entanto, muitas vezes, não ocorre de forma harmônica nas famílias. A psicoterapeuta e especialista em relacionamento, medos e depressão, Olga Inês Tessari (TESSARI, texto *on line*), considera que os pais, em geral vêem seus filhos como sendo inexperientes, tendo dificuldade em aceitar que eles crescem e, ao se tornarem adultos, podem optar por caminhos diferentes dos pais, ou experimentarem tudo aquilo que foi uma experiência ruim para os pais. Mas segundo a especialista, mesmo assim, o diálogo permite que os jovens, pelo menos, reflitam sobre o conhecimento que lhes é repassado e, muitas vezes, sigam os conselhos dados. No entanto, deve-se aceitar que, mesmo que os jovens reconheçam e ouçam o que os idosos dizem, eles podem questionar e seguir os seus próprios caminhos.

Para amenizar as divergências entre as gerações, a psicopedagoga, Adriana Lopes das Neve (NEVES, texto *on line*), apresenta dicas importantes, entre as quais as seguintes:

- Acreditar nas possibilidades dos filhos;
- Desenvolver em casa a pedagogia da participação com os filhos;
- Distribuir tarefas e atribuir responsabilidades exequíveis, desde a infância, aos filhos;
- Manter sempre a seriedade, controlando as emoções e usar argumentos consistentes;
- Oferecer alternativas, quando há discordâncias.

Observa-se, pois, que a questão da sucessão na agricultura familiar é da atribuição dos atuais proprietários. Eles precisam desenvolver o sucessor ou sucessores da sua propriedade. Para isso, devem conhecer os objetivos e interesses dos seus filhos e discutir com eles as possibilidades

---

existentes na propriedade e ajudá-los a construir um projeto de vida de cada um. Para isso, os pais devem dar-lhes oportunidades para que possam se exercitar, mostrar suas habilidades e deficiências a serem sanadas, para se habilitarem como empreendedores. Através dessa prática, os pais têm condições de conhecer os seus filhos sob a ótica profissional e encaminhar a sucessão de forma natural.

Para definir um sucessor, é fundamental que ele goste de ser empreendedor. Nesse sentido, os filhos precisam aprender com pais ou externamente (cursos, assistência técnica, visitas, ler livros, etc.) para se desenvolver, assumindo responsabilidades e se envolvendo nas atividades, de forma crescente, até atingir a sua autonomia.

Para iniciar o envolvimento dos filhos na lida das atividades na propriedade, uma das formas é a sua participação na gestão dos negócios. Eles podem ser encarregados para fazer controles com sistemas informatizados, com cujas ferramentas eles têm mais intimidade, a fim de conhecerem a realidade da propriedade, oportunizando-lhes a possibilidade de lidar com algo com o que os jovens estão acostumados. À medida que forem conhecendo a realidade da propriedade e se interessarem pelo negócio, os pais, gradativamente, podem passar mais tarefas de gestão, com participação de resultados, como a abertura de uma conta bancária própria ou conjunta, com parte da produção vendida em seu nome. Nessa transição, tornam-se cada vez mais responsáveis pela gestão dos negócios já que estão integrados e podem vislumbrar aumentos na sua própria renda.

Assim, sob a iniciativa dos pais, o processo de sucessão inicia-se dessa forma, o mais cedo possível, dando condições para ambos, sucessores e sucedidos, se conhecerem melhor e adquirir a confiança mútua. Assim, o processo de sucessão na unidade produtiva não ocorre em curto espaço de tempo, ao contrário, é um processo lento e gradual, que varia de acordo com a organização interna de cada família.

Mesmo que o processo de sucessão no empreendimento rural, através da formação dos novos empreendedores, seja feito de forma correta,

deve-se estar atento aos aspectos legais envolvidos no processo de transferência patrimonial dos bens do produtor em relação a herança.

De um lado, existe a preocupação com as atividades econômicas da propriedade. Esta está ligada com preparação de alguém da família ocupar no futuro o comando das atividades na propriedade. A função de preparar o sucessor que substituirá a função da geração atual no negócio, está ligada a questões gerenciais do empreendimento.

Do outro lado, estão em discussão os aspectos legais em relação aos bens envolvidos no negócio, que estão em nome dos atuais proprietários e que, de direito, serão repassados para todos os herdeiros existentes, que sucedem na herança, no total ou em parte, no momento do falecimento dos detentores, sem considerar se estão ou não envolvidos no negócio da família.

Dessa forma, há um conflito entre os sucessores que estão sendo preparados ao longo do tempo para assumir as suas funções na propriedade e o processo de herança. A lei da herança não leva em conta as necessidades produtivas da propriedade e não reconhece o sucessor no momento da transmissão dos bens, caso não tenha sido feito nenhum acerto entre os integrantes da família, durante a vida dos atuais proprietários.

Como no exato momento em que o titular falece abre-se a sucessão e seus bens são transmitidos aos herdeiros legais, em não havendo acordos expressos entre os familiares, a atividade econômica desenvolvida na propriedade pode sofrer uma ruptura e colocar em risco a subsistência do negócio, pois esse depende do conjunto deste patrimônio envolvido na herança e que pode ser totalmente inviabilizado.

Assim, para que o processo de sucessão nas propriedades rurais não seja traumático e desintegrador, ele deve ser planejado em um determinado espaço de tempo, que normalmente é longo e gradual, em que a família faz a transferência de conhecimentos, do trabalho, de habilidades, da administração, do controle e da posse da atividade familiar, de uma geração para outra (FENNELL, 1981).

No entanto, discutir sucessão ou herança normalmente incomoda as pessoas, porque parece ser um assunto a ser tratado após a morte. Assim, os atuais proprietários, mesmo estando cientes dessa necessidade, não se sentem à vontade para iniciar essa discussão com os filhos e, dessa forma, não iniciam o planejamento do processo com os integrantes da família, trabalhando apenas o aspecto gerencial, quando muito.

Como a responsabilidade para iniciar a discussão do processo sucessório no empreendimento familiar depende dos atuais proprietários, pois são eles que devem definir o momento certo e a forma de discussão do futuro da sua propriedade, a sucessão patrimonial ocorre de forma tardia, agravada pelo aumento da longevidade das pessoas de forma geral.

Nessa condição, o jovem, que continua na propriedade e sonha em ser o sucessor, fica como dependente por muito tempo, se pergunta sobre o seu espaço na propriedade e quando terá acesso a ela. Esta situação não lhe dá segurança para dar andamento ao seu projeto de vida, que fica dependente do momento da transmissão do patrimônio pela herança.

Dessa forma, em muitas propriedades ficam os jovens com menos oportunidades educacionais e os demais migram para as cidades. Para os que vão para os centros urbanos, mesmo que tenham a sua vida encaminhada, no momento da herança, sentam à mesa com o sucessor em igualdade de condições para receber a sua parte. Assim fica a pergunta: quem vai investir, sem garantia, nessa condição, para depois dividir com os demais?

Como o processo de sucessão é algo que exige discernimento e disciplina, há de se considerar que existem objetivos distintos entre os que sucedem e os que são sucedidos, pois cada qual tem os seus próprios pontos de vista.

Para o sucedido, discutir um processo de sucessão faz pensar em aposentadoria, afastamento das atividades, com perspectivas de se tornar uma pessoa desatualizada que apenas espera a morte chegar. O processo, quando não for entendido de forma correta, pode dar ao sucedido

uma visão de um vazio social, com perda de perspectivas na sua função social e na perda da centralidade da família. A pessoa, que não se prepara adequadamente, pode entrar em depressão, ao se desligar do trabalho.

Por outro lado, para o sucessor o processo significa um novo horizonte, com expectativas de se ver como responsável pela continuidade da unidade de produção. Abrem-se a ele possibilidades para buscar novas oportunidades, implementar mudanças e definir novos caminhos, criando expectativas para se tornar uma referência no meio social. A possibilidade da autonomia dá ao sucessor o sentimento de ser o novo elemento impulsionador da família.

Assim, o processo de sucessão é uma atividade importante para a família, que deve ser planejado pelos pais, que devem verificar qual o momento certo para iniciá-lo e ter a devida confiança nos seus filhos. Para isso, em primeiro lugar, devem conhecer os interesses dos filhos e verificar qual ou quais tem o melhor perfil para ser sucessor na propriedade. Iniciado o processo, os pais devem apoiar os filhos, ministrando-lhes treinamento, com delegação de tarefas. Assim, os pais desligam-se da sua função principal de forma gradual.

Assim, um processo de sucessão é longo, gradual e desenvolvido em etapas. Inicia com a definição de um plano construído de forma dialogada, em que se leva em consideração a preparação dos atores, tanto do sucessor, quanto do sucedido, para que não haja uma ruptura e que as atividades econômicas não sofram uma solução de continuidade. Após essa fase, ocorre a saída gradual das gerações mais velhas do comando do negócio e finalmente ocorre a transferência patrimonial.

É importante que a sucessão aconteça enquanto os atuais proprietários estejam ainda em condições de contribuir e não com a simples retirada dos pais por ocasião da aposentadoria ou do seu falecimento. Retiradas simples podem trazer conseqüências danosas ao negócio e desestruturar a família, em função de posições divergentes entre sucessor e sucedido e mesmo entre os herdeiros.

---

Em termos práticos, podem-se definir alguns pontos, como um roteiro para operacionalizar um processo de sucessão em propriedades rurais, entre os quais os seguintes:

- O processo deve ser iniciado o mais cedo possível, quando os filhos estão maduros. Para isso, é necessário conhecer os seus projetos e saber quem da família está disposto a suceder os pais, se é homem ou mulher, se é o filho mais velho ou o filho mais novo?
- O plano, assim, deve ser construído de forma dialogada com todos os integrantes, fazendo um acordo familiar em relação à sucessão. O plano deve levar em conta o conjunto dos projetos de cada filho, na propriedade, para os que ficam, e fora dela, para os que saem.
- Para os que ficam e sejam sucessores, o plano deve prever o envolvimento nas atividades econômicas desenvolvidas na propriedade, preparando-os interna e externamente. Eles devem assumir gradualmente as tarefas de gestão, com participação nos resultados. Para isso, devem ter uma conta no banco, se cadastrar como produtor rural, realizar compras e vendas, fazer treinamentos, etc.
- A etapa final refere-se à negociação da sucessão patrimonial, através de um acordo entre todos os integrantes da família, com uma reserva ou garantia para os atuais proprietários.

Considerando que o processo de sucessão da propriedade rural, além das dificuldades inerentes do processo, também envolve custos, políticas públicas que auxiliem financeiramente a sucessão patrimonial nas propriedades produtivas da agricultura familiar, bem como as que desburocratizem as transferências patrimoniais, com adequação legal e redução de taxas cobradas para a agricultura familiar, são bem vindas.

Para que o processo de sucessão possa se desenvolver de forma objetiva, é importante que os pais entendam que os filhos não são bens dos pais. Eles são entes econômicos com sonhos e que buscam o seu espaço na sociedade para se realizarem.

Assim que os filhos estiverem maduros e possam se tornar independentes, o processo de sucessão deve ser iniciado, discutindo e decidindo com eles quem, quando e como será a sucessão.

Os filhos interessados em serem sucessores devem ser preparados através da capacitação em gestão para gerência da atividade e participar das decisões nas atividades. A sua participação no negócio deve ser definida através de um contrato de parceria rural, em que ambos, pais e filhos, participarão do risco e dos resultados da atividade. Dessa forma, quando os filhos são adultos eles devem ter participação da renda para que aconteça a sua independência financeira. Para os filhos, que permanecem na propriedade como sucessores, pode-se criar um fundo para guardar parte da renda gerada, cuja finalidade seja para uso no futuro na compra da propriedade ou para pagar a parte dos demais herdeiros.

Verificada a competência e vontade do sucessor em continuar as atividades na propriedade rural, pode-se iniciar o processo de compra e venda da propriedade, com anuência dos demais filhos ou através da partilha em vida dos bens, com reserva de parte e/ou renda para a manutenção dos proprietários.

Como há restrições legais que não permitem a distribuição diferenciada dos bens entre os filhos, devem-se criar possibilidades que garantem aos sucessores uma proteção, no momento da efetiva herança, para que não sejam revertidas eventuais formas de transferência patrimonial feitas a um determinado filho, eleito como sucessor (AHLERT E CHEMIN, 2010).

Nesse sentido, o adiantamento da legítima que caberia ao herdeiro por ocasião da morte dos ascendentes é legal, da mesma forma que o contrato de compra e venda entre pais e o filho sucessor, com consentimento dos demais filhos.

Conforme a legislação vigente, os atuais proprietários podem estabelecer no contrato de compra e venda uma reserva de usufruto da propriedade total ou parcial, que lhes garanta a sua subsistência até o final da vida, para não inverter a lógica e tornar os pais dependentes do filho sucessor.

Da mesma forma, o recebimento de participações de resultados no empreendimento, em face dos serviços prestados, não configura como doativo ao filho e não é objeto de discussão na herança, portanto, é uma

---

medida que permite ao sucessor formar um fundo para que tenha dinheiro no futuro e possa fazer a compra de parte que cabe na herança aos demais herdeiros. Do mesmo modo, contratos de parceria entre pais e filho, com cláusulas de autorização de construção de benfeitorias, resguardam o sucessor de discussões sobre a posse das instalações para a continuação da atividade.

Com a continuidade da atual situação, em que não são discutidas questões da sucessão, a definição dos arranjos familiares necessários acaba atrasando. O problema envolve os filhos propensos sucessores, a continuidade da unidade de produção paterna e o destino dos demais irmãos não sucessores. Sem receber renda, sem saber o seu papel e suas possibilidades na propriedade, em função de não serem discutidos os aspectos da transferência patrimonial, os jovens não vão organizar seu futuro com os olhos voltados para a propriedade paterna.

Considerando a importância da agricultura familiar para a economia brasileira, pode-se concluir que a discussão prévia e organizada dessas questões é essencial para a reprodução social e econômica das unidades familiares e que a transferência da unidade produtiva e a sucessão profissional são momentos essenciais no processo de reconstituição de uma nova geração de produtores, pois envolve a renovação da agricultura familiar e sua continuação como forma viável de desenvolvimento da economia brasileira.

O encaminhamento gradual da definição do sucessor permite resolver questões fundamentais para a unidade de produção, como a preparação profissional do novo empreendedor, a independência financeira dos filhos que ficam na propriedade, a passagem gradativa do poder paterno, a definição de novos investimentos na propriedade e as formas de remuneração dos irmãos não sucessores.

Deixar a transferência de uma propriedade para uma nova geração exclusivamente sob a ótica do direito hereditário corre-se o risco de colocar o negócio existente em solução de continuidade.



## Referencias

AHLERT, Lucildo; GEDOZ, Sirlei Teresinha. Povoamento e desenvolvimento econômico da região do Vale do Taquari, Rio Grande do Sul – 1822 a 1930. **Estudo & Debate**. Lajeado, ano 8, n.1, 2001.

AHLERT, Lucildo. A sucessão das atividades na agricultura familiar. **Anais do 47º Congresso da SOBER**. Porto Alegre: SOBER, 2009.

AHLERT, Lucildo; CHEMIN, Beatris Francisca. A sucessão patrimonial na agricultura familiar. **Estudo & Debate**. Lajeado, Vol.17, n.1, 2010.

CARVALHO, Vera Regina Ferreira. Sucessão da atividade na pequena propriedade rural na perspectiva da família e de gênero. **Anais do 45º Congresso da SOBER**. Londrina: SOBER, 2007.

CARVALHO, Vera Regina Ferreira e SANTOS, Márcio Haetinger. Gestão, divisão de atividades e resultados e planejamento da agricultura familiar no Vale do Taquari: uma análise alusiva ao processo sucessório. **Anais do 45º Congresso da SOBER**. Londrina: SOBER, 2007.

FENNELL, R. Farm succession in the European Community. **Sociologia Ruralis**, v. XXI n. 19- 41, 1981.

NEVES, Adriana Lopes. DOCSLIDE. Limites, Regras e Disciplina - os ingredientes da relação afetiva. Texto Online. Disponível em <http://docslide.com.br/documents/limites-regras-e-disciplina-os-ingredientes-da-relacao-afetiva-psicopedagoga-adriana-lopes-das-neves.html>.

TESSARI, Olga Inês. Ajuda Emocional.com - Caminho para resolver seus problemas. Texto Online. Disponível em <http://www.olgatessari.com>.

## CAPÍTULO 4

### **Avanços e desafios enfrentados para obtenção de importância de los lácteos en la nutrición humana**

*Rafael Cornes Lucas*

#### **Nutrición y salud**

La óptima nutrición constituye uno de los factores imprescindibles para lograr un estado de salud adecuado en todas las etapas de la vida. Desde el feto hasta el adulto mayor es necesario obtener acceso a una correcta alimentación desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo.

En el mundo han ganado terreno las enfermedades no transmisibles (ENT), principales causas de muerte a nivel mundial y que ocasionan costos millonarios en servicios de salud. Estas enfermedades, de larga duración y de evolución lenta, generalmente son diagnosticadas en la vida adulta, pero comienzan a gestarse ya en la etapa fetal y matan a más de 36 millones de personas cada año. Casi el 80% de estas defunciones a nivel mundial se producen en los países de ingresos bajos y medios, y el 90 % de estas muertes son prematuras, se producen en personas menores de 60 años de edad (aproximadamente 7 millones)<sup>1</sup>.

Por otro lado, los problemas por malnutrición que afronta nuestra población infantil, tales como desnutrición, retraso en el crecimiento, sobrepeso, obesidad, carencia de micronutrientes, implican un costo social y económico muy elevado a nivel mundial, difícil de erradicar, pero en el que se trabaja arduamente a nivel de los diferentes gobiernos y organismos internacionales. Estos problemas de salud representan no solamen-

---

<sup>1</sup>Organización Mundial de la Salud-OMS, 2013 - <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es/>

te un riesgo de vida en la niñez, sino que son los principales promotores de un gran número de enfermedades en la vida adulta.<sup>2</sup>

La malnutrición impone altos costos a la sociedad. Como ejemplo de esto, los estudios más recientes de la FAO indican que en el mundo existen unos 870 millones de personas que presentan subnutrición debido a un consumo insuficiente de energía alimentaria. La gran mayoría de esta población (850 millones), equivalente al 15 % de la población mundial, vive en países en desarrollo. Se ha observado además que el 26 % de los niños del mundo padecen retraso del crecimiento y 2.000 millones de personas sufren de carencia de micronutrientes. En el otro extremo además tenemos que 1.400 millones de personas presentan sobrepeso, y 500 millones son obesos.<sup>3</sup>

Todos estos problemas de salud a nivel mundial determinan que sea indispensable la adquisición de buenos hábitos alimentarios comenzando desde la primera infancia, comprendiendo e incorporando los beneficios de una alimentación completa y balanceada a la largo de todo el ciclo de vida. Un aporte adecuado de nutrientes y energía en etapas tempranas del niño, contribuirá no solamente a lograr su correcto crecimiento y desarrollo, si no que permitirá además tener un adulto más sano.

En la actualidad, vivimos en un ambiente obesogénico, donde las características principales de alimentación denotan un aumento constante de las calorías consumidas, encontrándose por encima de los requerimientos humanos establecidos para cada edad, así como una inadecuada distribución calórica de nutrientes, si tenemos en cuenta las metas nutricionales planteadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se destaca además una dieta que contiene una cantidad muy superior a la recomendada de grasas totales y alimentos ricos en ácidos grasos trans industrial.

---

<sup>2</sup>El estado mundial de la alimentación y la agricultura-FAO, 2013 - <http://www.fao.org/docrep/018/i3301s/i3301s.pdf>

<sup>3</sup>El estado de la Inseguridad Alimentaria en el mundo , FAO – SOFI 2012 y 2013 - <http://www.fao.org/docrep/018/i3434e/i3434e00.htm> -- <http://www.fao.org/docrep/017/i3027s/i3027s00.htm>

El consumo de alimentos fuentes de azúcares y productos azucarados se encuentra por encima de las recomendaciones nutricionales, sustituyendo en gran medida el consumo de alimentos naturales como frutas, verduras y leche. Esto trae como resultado un aporte nutricional excesivo de azúcares simples, e insuficiente de fibra dietética y algunas vitaminas y minerales como por ejemplo el calcio. Por otro lado, podemos observar la elevada ingesta de alimentos procesados ricos en sodio agregado, factor de riesgo muy importante para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.

Todos estos aspectos de la alimentación habitual, sumandos al sedentarismo originado en parte por la creciente incorporación de los juegos electrónicos a la vida del niño y a la gran inseguridad que existe en muchas ciudades, donde los juegos al aire libre han dejado de ser una costumbre, determinan que nuestros niños estén cada vez más expuestos y propensos a desarrollar los factores de riesgo que determinarán la aparición de patologías en la niñez o luego en su vida adulta.

Esto ha provocado que a través de organismos internacionales y gobiernos, se procure la implementación y fomento urgente de programas de alimentación que promuevan el consumo de alimentos saludables en toda la población.

Este es un gran desafío que enfrenta la humanidad, donde la importancia de una nutrición balanceada, la adquisición hábitos alimentarios saludables, el interés por vivir más y mejor, mejorar la calidad de vida de la familias, ha llevado al consumidor a la búsqueda y selección de alimentos que además de brindar un aporte energético y de nutrientes adecuado, le proporcionen el placer de comer y promuevan algún beneficio extra para su salud. La realidad marca que estemos frente a una demanda constante y creciente de alimentos saludables por parte de la población mundial.

## **Necesidad de una alimentación saludable y suficiente en el mundo**

Según los informes y pronósticos de la FAO, se espera que para 2050 la población mundial ascienda a casi 9.500 millones de personas, lo que

equivale a un incremento del 34%. Se prevé que la mayor parte de este crecimiento se concentrará en los países en desarrollo, de los cuales el 70% vivirán en zonas urbanas. Para cubrir esta demanda creciente será necesario un aumento de la producción mundial de alimentos de un 70% como mínimo y un 100% en los países en desarrollo. Para alcanzar estos objetivos, la producción agraria de los países en desarrollo tendrá prácticamente que duplicarse. Todo esto equivale a la necesidad de incrementar en miles de millones de toneladas la producción de alimentos en el mundo<sup>4</sup>.

Uno de los nutrientes esenciales necesarios para alimentar a la población es la proteína de origen animal, considerada un nutriente de alto valor biológico para la vida humana debido a su excelente contenido en aminoácidos esenciales. Entre esas proteínas animales se destaca la proteína láctea, la que ha demostrado tener una muy buena biodisponibilidad en el organismo humano y son cada vez más estudios científicos que demuestran los beneficios que producen en la salud de las personas. De la misma manera que las proteínas, otros nutrientes funcionales presentes en los lácteos han sido objeto de estudio y han demostrado científicamente que proporcionan beneficios muy importantes para la salud de las poblaciones de todas las edades, cualidades que se irán describiendo a lo largo de este material.

Esta situación hace que la demanda de leche y derivados para satisfacer las necesidades de la población mundial en el 2050, determine que sea necesario un importante incremento de la producción de leche en miles de millones de litros en todo el mundo.

## **Los lácteos en la salud humana**

La leche se consume hace miles de años, desde que el hombre comenzó con la práctica de la ganadería, y aún es objeto de rigurosos estudios e investigaciones, los cuales arrojan resultados realmente asombrosos. Son

---

<sup>4</sup>Informe «Estado de la tierra mundial y recursos hídricos para la alimentación y la agricultura – SOLAW» - FAO, 2013.

cada vez más los descubrimientos sobre sus atributos nutricionales y los beneficios de su consumo para la salud humana. Estas características han convertido a la leche y sus derivados desde hace mucho tiempo en un alimento ideal, necesario e indispensable en la alimentación de las personas de todas las edades

La leche, secreción natural de las glándulas mamarias, es el primer alimento del ser humano. Debe ser irremplazable desde los primeros años de nuestra vida y durante todo el ciclo vital, siendo fundamental la lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses. La leche materna contiene todos los factores de protección necesarios para el bebé y es fundamental para lograr el vínculo afectivo temprano entre madre-hijo, así como el desarrollo físico y emocional del niño. A los seis meses es indispensable comenzar con una alimentación complementaria adecuada y oportuna, según las indicaciones de la OMS. El contenido de calcio de la leche materna a los 6 meses de vida del bebé ya no es suficiente y la alimentación del niño/a debe ser complementada con productos lácteos como pueden ser algunos quesos o yogures<sup>5</sup>.

La Leche es un alimento considerado muy completo, cualidad que se debe a la gran variedad de nutrientes que la componen y por el excelente equilibrio que existe entre ellos, lo que determina que los mismos sean de una muy buena biodisponibilidad para el organismo humano, promoviendo diversas bondades para la salud a todas las edades. Los lácteos, como grupo de alimentos, ocupan sin duda un lugar esencial en lo que respecta a la nutrición humana. A lo largo del tiempo y a través de diversos trabajos de investigación, el consumo adecuado de productos lácteos se ha relacionado a la prevención y tratamiento de diferentes patologías, de las cuales se destacan las mencionadas Enfermedades No Transmisibles (ENT)<sup>5</sup>.

La leche y los productos lácteos son alimentos fuentes por excelencia del Calcio dietario, mineral que ha sido relacionado por ejemplo con la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial, la obesidad y la

---

<sup>5</sup>Dieta, Nutrición y Prevención de enfermedades crónicas, FAO/OMS, 2003.

osteoporosis, entre otras. Se ha demostrado además el vínculo directo del consumo de lácteos en la prevención de otras patologías como caries dentales, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, litiasis renal y el desarrollo de ciertos tipos de cánceres (colon y mama). Se ha comprobado también el beneficio del consumo de leche en otras actividades cotidianas del ser humano como lo es la práctica de actividades deportivas.

Los productos lácteos, gracias a su versatilidad y variedad, han demostrado cumplir un rol fundamental en la alimentación diaria de embarazadas, niños, adolescentes, adultos jóvenes y adultos mayores, de todas las regiones del mundo. Las investigaciones muestran que aquellos niños y adultos que consumen regularmente productos lácteos tienen una dieta de alta calidad y se aseguran una mayor y mejor ingesta de diversos nutrientes esenciales en comparación a aquellas personas que no consumen lácteos.

Con el progreso de la industria, los lácteos -considerados alimentos de consumo masivo- se han transformado en vehículos de fortificación de nutrientes como fibras, vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales, necesarios para mejorar la calidad de vida de las personas. Con el desarrollo de los denominados Alimentos Funcionales, en los que los lácteos tienen una gran participación, se han podido incorporar a la alimentación diaria de los individuos, nutrientes y microorganismos que promueven el fortalecimiento del sistema inmunológico y el funcionamiento adecuado del aparato digestivo.

Una nutrición adecuada y balanceada es un pilar fundamental para lograr una mejor calidad de vida de las familias y promover el descenso del costo económico originados por problemas de salud en el mundo.

Los alimentos que reciban nuestras poblaciones deberán cumplir con las cuatro leyes fundamentales para una correcta alimentación; cantidad, calidad, armonía y adecuación. Toda dieta deberá ser adecuada a cada individuo y sociedad.

---

Teniendo en cuenta estos aspectos, pretendemos aportar a través de este material, conocimientos científicos y sólidos sobre la leche y sus derivados, alimentos de alta calidad nutricional, indispensables en la alimentación de nuestras poblaciones.

Citando a Hipócrates: ***“Que tu medicina sea tu alimento, y el alimento tu medicina.”***





## CAPÍTULO 5

### **Bacterias probióticas en productos lácteos fermentados**

*Celso Gabriel Vinderola*

#### **Probióticos: microbiota intestinal, definición y microorganismos usados**

Estamos cubiertos de bacterias, por fuera y por dentro. El Proyecto Microbioma Humano está activamente demostrando la presencia de complejas comunidades científicas de microorganismos que colonizan diferentes partes de nuestro cuerpo a través de estudios con herramientas moleculares de punta como lo es la metagenómica (FRANZOSA Y COL., 2015). Una comunidad de particular interés por sus implicancias en salud y enfermedad es el grupo de microorganismos que reside en nuestros intestino, denominado microbiota intestinal (DE ALAMADA Y COL., 2015). Patologías como la enfermedad inflamatoria intestinal, enfermedad de Crohn, cáncer de colon, diabetes tipo 2 y la obesidad han sido relacionadas a desbalances de la microbiota intestinal (SANKAR Y COL., 2015). Si bien nacemos con el intestino estéril, éste es rápidamente colonizado por microorganismos y su composición microbiológica va modificándose hasta llegar a un cierto equilibrio, luego de los dos años de edad. Una vez establecida, la microbiota intestinal nos acompañará durante toda la vida, con requerimientos de nutrientes y producción de metabolitos, por lo que ha sido considerada como un “órganos extra” de nuestro cuerpo, no codificado en el ADN pero adquirido inmediatamente luego del nacimiento y para toda la vida. Se considera que la microbiota intestinal constituye aproximadamente el 95% del total de las células de nuestro cuerpo. Poseemos un número 10 veces mayor de células procariotas (bacterias) en el tracto gastrointestinal que células eucariotas

en todo nuestro organismo. Se estima que la población total bacteriana residente en el tracto gastrointestinal llega a  $10^{14}$  bacterias. La microbiota intestinal posee una intensa actividad metabólica para contrarrestar su eliminación diaria en la materia fecal. El intestino del bebé recién nacido es estéril al momento de nacer, la composición de la microbiota es relativamente sencilla en neonatos y se hace gradualmente más compleja hacia la adultez. Se considera que esta microbiota se adquiere de diversas fuentes a partir de la madre (vagina, piel y leche materna) y del ambiente. Respecto a las especies y cepas, existe gran variabilidad entre individuos, incluso entre aquellos que pertenecen a una misma población y que poseen hábitos alimentarios similares, dependiendo fuertemente de la edad, la dieta, el estatus inmunológico, la exposición a factores de estrés, tratamientos médicos (antibióticos, rayos) y de otros factores aún no totalmente dilucidados. En realidad, el intestino es un órgano de defensa del huésped aún no explorado en su totalidad (ISOLAURI Y COL. 2004). Los principales géneros y especies que se encuentran en la microbiota intestinal incluyen *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Ruminococcus*, *Clostridium* y *Bifidobacterium*, y, como subdominantes, *Escherichia coli*, *Veilonella*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Streptococcus*, y *Lactobacillus* (TANNOCK 2003) aunque los estudios metagenómicos actuales revelan una diversidad mucho mayor a 1.000 especies (SANKAR Y COL., 2015).

La actividad metabólica de la microbiota intestinal es muy intensa, depende en gran medida del consumo de fibras y es esencial para el mantenimiento de la salud intestinal mediante la renovación diaria de enterocitos y síntesis de metabolitos claves para nuestro organismos. Por ejemplo, la síntesis de ácidos grasos de cadena corta que actúan como fuente de carbono para los colonocitos, la síntesis de vitaminas y la activación o inactivación de compuestos bioactivos (inhibición o disminución de la actividad de enzimas procarcinogénicas) son funciones de la microbiota intestinal. Su establecimiento y metabolismo son cruciales para el desarrollo anatómico y funcional del sistema inmunológico asociado a la mucosa intestinal (MOREAU Y GABORIAU-ROUTHIAU 2000, MARIETTA Y COL., 2015) y tiene numerosas implicancias en la salud y enfermedad, tanto a nivel intestinal (BLAUT Y CLAVEL 2007) como

sistémico (HAO Y COL., 2015). En general, es posible discriminar a los componentes de la microbiota intestinal, al menos a los más tradicionalmente conocidos hasta ahora, según sus efectos en: microorganismos potencialmente patógenos, exclusivamente benéficos o una mezcla de ambos efectos (GIBSON Y COL. 2003). Los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, comúnmente encontrados como parte de la microbiota intestinal de individuos sanos, tienen una larga tradición de ser considerados como microorganismos seguros y promotores de la salud y es por esto que son los principales géneros a partir de los cuales se han aislado microorganismos probióticos o benéficos para la salud.

El término “Probiótico” fue introducido por primera vez por el Dr. Roy Fuller, en 1989, al referirse a un *suplemento alimenticio microbiano vivo el cual afecta benéficamente al huésped por mejora de su balance microbiano intestinal* (FULLER 1989). En este sentido, la primer definición hablaba solamente de la capacidad de mejorar el balance intestinal, aunque posteriormente, el desarrollo científico en esta área demostró la posibilidad de modular positivamente la respuesta inmune local (intestinal) y hasta sistémica (PETERSON Y COL., 2015). Luego de una serie de definiciones alternativas propuestas por diferentes autores, parecería existir un consenso científico internacional en el uso de la definición propuesta por un grupo de trabajo reunido *ad hoc* en nuestro país en Octubre de 2001 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Mundial de la Salud (FAO/WHO, por sus siglas en inglés) que estableció que los probióticos son “*microorganismos que cuando son administrados en dosis adecuadas ejercen un efecto benéfico en la salud del consumidor*” (FAO/WHO 2002). Esta comisión conjunta elaboró también una serie de lineamientos generales para caracterizar nuevas cepas de microorganismos probióticos para su uso en humanos.

Algunas de las especies más utilizadas para el desarrollo de cepas probióticas para humanos son *Lactobacillus casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus*, *L. gasseri*, *L. johnsonii*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. crispatus*, *L. fermentum*, *Bifidobacterium bifidum*, *B. adolescentis*, *B.*

*animalis* subsp. *lactis*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. longum*, *Saccharomyces boulardii* y *S. cerevisiae*. El uso de enterococos (*E. faecium*) como probióticos para humanos está cuestionado debido a su participación en ciertas patologías o a la posibilidad de que sea un vector intestinal de transmisión de genes de resistencia a antibióticos (FRANZ Y COL. 2003, KAYSER 2003, RINKINEN Y COL. 2003). La definición de probióticos implica que el término sea empleado exclusivamente a microorganismos vivos que hayan demostrado un efecto benéfico en estudios *in vivo*, sin tenerse en cuenta muchas veces su capacidad de resistir el tránsito gastrointestinal. Sin embargo, especies o cepas que no son capaces de sobrevivir a la barrera gástrica, tales como *Streptococcus thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* or *Lactococcus lactis* también podrían ser consideradas probióticas (REID Y COL. 2003A, GUARNER Y COL. 2005). Es importante mencionar que ninguna cepa nueva que se aísle y que resulte pertenecer a alguna de las especies listadas anteriormente debería ser considerada probiótica hasta que no se demuestre su efecto benéfico en cultivos celulares, ensayos en animales y en estudios clínicos en humanos, aleatorizados, a doble ciego y con control de placebos.

El hecho de que *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* sean miembros comunes de la microbiota intestinal en individuos saludables, que algunas cepas demuestren una adecuada tolerancia a las barreras gastrointestinales, que sean seguras y que solo se hayan descritos efectos benéficos hacia la salud relacionados a su consumo, hace que ambos géneros sean ideales para el aislamiento, caracterización y desarrollo de cultivos probióticos. Además, existe una íntima relación entre bacterias lácticas (grupos microbiológicos utilizado para producir yogures y leches fermentadas) y los primeros lactobacilos utilizados como probióticos. En este sentido, la estrategia del consumo de probióticos es reforzar a la microbiota intestinal con constituyentes naturales de la misma, mediante una administración externa y colonización transitoria del intestino, ya que hasta el momento no se ha demostrado la factibilidad de implantar en el ámbito intestinal una cepa probiótica de forma permanente. Una vez interrumpida su administración oral, los probióticos son “lavados” del ambiente intestinal debido a que no pueden lograr una colonización definitiva del

intestino (GUEIMONDE Y COL., 2006). Además de la microbiota intestinal humana, se pueden aislar cepas de interés, principalmente del género *Lactobacillus* (ya que las bifidobacterias son microorganismos anaeróbicos estrictos), a partir de la microbiota intestinal de otras especies y a partir de alimentos fermentados o no tales como leches fermentadas tradicionales, quesos artesanales, embutidos, frutas o alimentos con base cereal fermentados (FARNWORTH 2008). Otra fuente de probióticos recientemente identificada es la leche materna (BERGMANN Y COL., 2014). Se podría pensar que los aislamientos de probióticos realizados a partir del ambiente intestinal de un individuo podrían colonizar y funcionar mejor en individuos de la misma especie, lo que se conoce como *criterio de especificidad de especies*. Sin embargo existen algunas dudas respecto a la validez de este criterio una vez que el microorganismo fue aislado de su ambiente primario y propagado en medios de cultivos sintéticos en laboratorios, en medios de cultivos industriales y colocado finalmente en matrices alimentarias. Por ejemplo, en relación a la capacidad de colonización de la misma especie de la que fue aislado, se demostró que la administración oral de *Lactobacillus* GG a neonatos en los primeros seis de vida, período donde la mucosa intestinal no está aun completamente colonizada, no fue capaz de lograr una colonización permanente una vez finalizada la administración oral de la cepa (GUEIMONDE Y COL., 2006). Por otro lado, se determinó que el cultivo sucesivo en medios de laboratorio de una cepa de *Bifidobacterium* indujo la pérdida de material genético correspondiente a la expresión de características que tenían que ver exclusivamente con la sobrevivencia en el ambiente intestinal de la cepa (LEE Y COL., 2008). Respecto a las cepas de origen intestinal, la desventaja podría radicar en su posible baja capacidad de tolerar las condiciones adversas de los alimentos (acidez, oxígeno disuelto, metabolitos derivados de la fermentación láctica, compuestos químicos alimenticios, etc). Sin embargo, ha sido demostrado que muchas cepas probióticas de origen intestinal pueden tener una performance tan adecuada como las que fueron aisladas de alimentos fermentados (LOURENS-HATTINGH Y VILJOEN 2001), tolerando los compuestos químicos utilizados en la formulación de productos lácteos fermentados (VINDEROLA Y COL. 2002a). Lo mismo se podría plantear para cepas probióticas aisladas de

alimentos fermentados: podrían estar naturalmente adaptadas a sobrevivir en las condiciones del alimento, pero su performance a nivel intestinal que podría generar dudas. Haller y col. (2001) determinaron que tanto propiedades metabólicas como funcionales de interés pueden encontrarse en lactobacilos de origen intestinal como así también en cepas de origen alimentario. Dogi y Perdigón (2006) determinaron que tanto cepas comensales como no comensales de *L. fermentum* y *L. acidophilus* fueron capaces de activar la respuesta inmune mucosa en ratones. En conclusión, se podría decir que propiedades tecnológicas y funcionales de relevancia pueden encontrarse tanto en cepas de origen intestinal o de leche materna como en aquellas aisladas de alimentos, por lo que la capacidad probiótica es aún una propiedad fuertemente dependiente de la cepa y no tanto de su origen.

## **Efectos benéficos hacia la salud de bacterias probióticas y de leches fermentadas conteniendo bacterias probióticas**

En rasgos generales, algunos de los efectos benéficos relacionados al consumo de bacterias probióticas y de los productos lácteos fermentados que las contienen son la modulación benéfica de la actividad de la microbiota intestinal mediante la reducción de actividades mutagénicas y procarcinogénicas, disminución de los síntomas de intolerancia a la lactosa, mejora de la inmunidad de mucosas, mejora del tránsito intestinal, disminución de los niveles de colesterol, prevención o reducción de la duración de ciertas diarreas, prevención o modulación de ciertos tipos de cánceres intestinales y enfermedad inflamatoria intestinal, prevención de la incidencia de *Helicobacter pylori* y patógenos intestinales y prevención de alergias, entre otros. Una discusión detallada de los efectos benéficos de cada cepa y de sus mecanismos está fuera del alcance de este artículo. Sin embargo, el lector interesado puede encontrar un análisis más detallado de estos aspectos en artículos de revisión (REID Y COL. 2003B, ADOLFSSON Y COL. 2004, SAXELIN Y COL. 2005, SENOK Y COL. 2005, SHAH 2007, DE VRESE Y SCHREZENMEIR 2007, VASILJEVIC Y SHAH 2008, DE ALMADA Y COL., 2015; SCOTT

Y COL., 2015). Es importante destacar que es poco probable que una misma cepa probiótica pueda cumplir los numerosos efectos benéficos atribuidos a los probióticos en general, por lo tanto un efecto particular debe ser asociado a una cepa específica y se debe informar determinar la dosis y el vehículo (alimento o producto farmacéutico) donde debe incluirse para lograr el efecto estudiado. Para tener una idea general de la efectividad de los probióticos y de los alimentos que incluyen bacterias probióticas es aconsejable leer el trabajo de revisión publicado por Montrose y Floch en el año 2005 (MONTROSE Y FLOCH 2005). En este trabajo se revisaron las conclusiones de 288 estudios clínicos en humanos llevados a cabo entre 1980 y 2004, donde se administraron bacterias probióticas y donde se abordaron prácticamente todos los aspectos de los aspectos benéficos relacionados al consumo de bacterias probióticas. En las conclusiones de este trabajo se determina que en 239 de los 288 trabajos evaluados, los efectos sobre la salud resultaron ser positivos, mientras que en los 49 restantes no se observaron diferencias respecto a los grupos control. Es decir, en la mayoría de los casos (83%) en que los probióticos fueron utilizados, éstos fueron efectivos.

Debido a que los probióticos son administrados en forma oral y que al primer órgano con respuesta inmunológica al que llegan es el sistema inmune asociado a la mucosa intestinal, los mecanismos de acción para ejercer sus efectos benéficos tienen que ver con su capacidad de modular el sistema inmunológico, cuya regulación dependerá de la cepa, el alimento usado como vehículo y sus componentes bioactivos (péptidos, exopolisacáridos, otros microorganismos presentes), la dosis y el período durante la cual es administrada y la forma de administración (continua o cíclica, es decir, alternando períodos de administración y descanso). Por ejemplo, de Moreno de LeBlanc y col. (2008) demostraron que la administración continua (durante 98 días) a ratones de una leche fermentada conteniendo una cepa probiótica indujo un pico en la producción de IgA (parámetro funcional de interés al administrar un probiótico) en intestino delgado luego de un corto período de administración (7 días). Luego de este pico, la respuesta de interés sufrió un proceso de homeostasis, volviendo a los niveles observados en el grupo control. Esto podría sugerir



la importancia de evaluar períodos alternados de administración y descanso para mantener, en el tiempo, una respuesta activada promedio mayor a la del grupo control en los individuos que reciben el alimento probiótico y mantener así una respuesta inmune más elevada que sea capaz de prevenir o ejercer un efecto terapéutico ante ciertas patologías intestinales. Además de modular de forma positiva la respuesta inmune a nivel intestinal, otros mecanismos de acción atribuidos a los probióticos son la inhibición de patógenos, la competencia por sustratos y sitios de adhesión en el intestino y el refuerzo de la barrera intestinal (BERMUDEZ-BRITO Y COL., 2012).

## Porqué agregar bacterias probióticas a yogures y leches fermentadas?

La asociación entre el hombre y los efectos benéficos hacia la salud intestinal del consumo de leches fermentadas conteniendo bacterias lácticas se remonta a miles de años atrás y existen registros en pinturas rupestres del consumo de productos lácteos fermentados. Las principales áreas geográficas asociadas al uso milenario de leches fermentadas incluyen el norte, noreste y sudeste europeo incluyendo también el Cáucaso, Asia, India y la Unión Soviética (KANBE 1992). Entre los microorganismos naturalmente presentes en los alimentos fermentados de estas regiones encontramos *S. thermophilus*, *Lactococcus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. helveticus*, *L. acidophilus*, *L. kefir*, *L. kefiranoferiens* y cepas del grupo *L. casei*.

A pesar de que no hay registros precisos en relación al origen del yogur, se cree que los antiguos pueblos turcos en Asia, donde vivían como nómades, fueron los primeros en elaborar una leche agria o acidificada por acción de bacterias lácticas naturalmente presentes en el medio. Para pasar de producir leches fermentadas artesanales con una microbiota compleja y probablemente variable a yogures industriales, se debió simplificar el inoculante utilizado, apareciendo entonces las especies históricamente *S. thermophilus* y *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* como la dupla responsable de la producción mundial de yogures. Una de las primeras elaboraciones industriales de yogur en Europa fue realizada por

Danone en Madrid en 1922 (RASIC Y KURMANN, 1978). Luego de la Segunda Guerra mundial, se incrementó rápidamente la tecnología para la producción de yogur, su consumo y el conocimiento acerca de sus propiedades benéficas hacia la salud (PRAJAPATI Y NAIR 2003). Sin embargo, el uso e incorporación masiva de cepas de bacterias probióticas de los géneros *Lactobacillus* (*L. casei* y *L. acidophilus* principalmente) y *Bifidobacterium*, y el desarrollo de la gran cantidad de leches fermentadas y, en menor medida, quesos, conteniendo estos microorganismos es un fenómeno mucho mas reciente que data de principios de la década del 80 (STANTON Y COL. 2003) y tuvo su auge a mediados de la década del 90, con la sola excepción tal vez de la mundialmente conocida leche fermentada Yakult con *L. casei* Shirota, desarrollada ya comercialmente en Japón en los años 50.

El yogur es reconocido como un alimento con numerosos efectos benéficos hacia la salud (ADOLFSSON Y COL. 2004; EL-ABBADI Y COL., 2014), principalmente a nivel de la salud intestinal. ¿Cuales son entonces las razones que justifican la adición de bacterias probióticas a una matriz que de por sí presenta microorganismos y efectos benéficos?

Los microorganismos utilizados para la producción de yogur, *S. thermophilus* y *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, no son de origen intestinal y por lo tanto difícilmente sobreviven las condiciones extremas encontradas durante el tránsito gastrointestinal (REID Y COL. 2003a). Sin embargo, *Lactobacillus* y bifidobacterias utilizados como probióticos muchas veces han sido parte de la microbiota intestinal de individuos sanos y ejercen solamente efectos benéficos hacia el consumidor (MITSUOKA 1992). Muchas de estas cepas son capaces de tolerar el bajo pH del estómago y los compuestos inhibitorios encontrados a lo largo del tracto gastrointestinal (sales biliares, lisozima, lactoferrina, defensinas) (RUSSELL Y COL. 2005, LEHRER Y COL. 2005). Esta propiedad les conferiría probablemente la capacidad de ejercer actividad metabólica benéfica durante el tránsito, como por ejemplo la deconjugación de sales biliares (BRON Y COL. 2004) y además interactuar con las células inmunes presentes en el tracto intestinal (VINDEROLA Y COL. 2005a), desencadenando así

el una respuesta inmune benéfica. Finalmente, son numerosos los estudios que demuestran la importancia de la viabilidad celular para lograr o potenciar numerosos efectos benéficos a nivel intestinal (OUWEHAND Y SALMINEN 1998, GALDEANO Y PERDIGÓN 2004).

Como parte del debate sobre si las bacterias lácticas starters o acidificantes deberían ser consideradas probióticas (SENOK Y COL. 2005), muchos autores consideran que claramente cumplen con los requisitos para ser consideradas probióticos (GUARNER Y COL. 2005). Es por lo tanto justo reconocer que los yogures tradicionales conteniendo exclusivamente cultivos de *S. thermophilus* y *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ejercen efectos benéficos promotores de la salud (ADOLFSSON Y COL. 2004, GUARNER Y COL. 2005) debido al contenido de lactasa (liberadas por las bacterias lácticas sensibles a la acción detergente de las sales biliares, por ejemplo), de péptidos bioactivos liberados a partir de las proteínas lácteas (VINDEROLA Y COL. 2008), la producción de exopolisacaridos solubles (VINDEROLA Y COL. 2006a) o de compuestos antimicrobianos (OUWEHAND Y VESTERLUND, 2004) y también efectos relacionados a restos de paredes celulares provenientes de células que no resisten las barreras gastrointestinales (acidez gástrica, sales biliares, lisozima) pero que aun así tienen propiedades inmunomodulatorias (MORATA DE AMBROSINI Y COL. 1996, TEJADA-SIMON Y PESTKA 1999). No obstante, la presencia de bacterias probióticas con capacidad de sobrevivir la digestión gastrointestinal y llegar viables al intestino asegurar o aumenta la intensidad de muchos otros efectos benéficos que tienen que ver con la integridad y viabilidad de células microbianas capaces de interactuar con las células inmunes asociadas al intestino.

## Recuento de bacterias probióticas en productos lácteos fermentados: desafíos, dificultades y logros

La enumeración de bacterias probióticas en alimentos es un desafío en el laboratorio de microbiología por numerosas razones. La gran proximidad filogenética entre las bacterias probióticas y los cultivos *starters*, acidificantes o iniciadores empleados en la elaboración del producto fermentado es uno de los mayores obstáculos al tratar de diferenciar colonias

de unos y otros en las placas de medios de cultivo. Sin embargo, el esfuerzo sostenido llevado a cabo en las últimas dos décadas a dado como resultado la formulación de numerosos medios de cultivos selectivos y/o diferenciales para tal fin. No obstante, no todos son adecuados para ser utilizados con la gran variedad de cepas probióticas y de cultivos *starters* disponibles y en la gran diversidad de alimentos utilizados como vehículo para probióticos, por lo tanto, la elección de un medio de cultivo o una combinación de ellos, es siempre una tarea particular y que se debe ajustar a las cepas y alimentos en estudio, sin poder hacer generalizaciones.

El control del nivel de células viables de un probiótico en un cultivo puro o en el producto final permite (i) verificar el nivel de células viables en los cultivos comerciales congelados o liofilizados utilizados para inoculación directa, (ii) monitorear el nivel de células viables a lo largo del proceso de producción del alimento utilizado como vehículo y a lo largo de la vida de estante del mismo y (iii) controlar la dosis administrada para lograr el efecto benéfico asociado a la cepa en particular.

Cuando se formula o se adopta un medio de cultivo para el recuento selectivo y/o diferencial de un probiótico, deben tenerse en cuenta algunos aspectos:

- Las bacterias probióticas (cepas de *L. casei*, *L. acidophilus*, bifido-bacterias, etc.) están nutricional y microbiológicamente muy relacionadas a los cultivos *starters* o acidificantes (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. lactis*), por lo tanto es difícil favorecer el crecimiento de unos tratando de inhibir el desarrollo de los otros.
- Los probióticos son utilizados como cultivos adjuntos (prácticamente no desarrollan durante la fermentación láctica junto a los cultivos *starters*), por lo tanto son agregados a la concentración final esperada en el producto ( $10^7$ - $10^8$  CFU/ml) mientras que las bacterias lácticas del *starter*, luego de la acidificación de la leche o la maduración del queso, pueden llegar a niveles superiores: entre  $10^8$ - $10^9$  CFU/ml. Si el desarrollo del *starter* sobre el medio de cultivo no es adecuadamente inhibido, puede cubrir las placas de Petri impidiendo la visualización de las colonias de las bacterias probióticas.

- Las bacterias probióticas no constituyen un grupo taxonómico o microbiológico homogéneo. Por lo tanto, es muy difícil formular un único medio de cultivo adecuado para todas las especies y cepas utilizadas como probióticos y que a la vez sea capaz de inhibir a la gran variedad de cultivos iniciadores utilizados para la fermentación de alimentos.
- La enumeración de bacterias probióticas es más dificultosa en aquellas matrices alimentarias en la cual más de un probiótico ha sido incorporado, especialmente si pertenecen al mismo género (*L. acidophilus* y *L. casei*, por ejemplo), siendo prácticamente imposible diferenciar en un medio de cultivo colonias de cepas de una misma especie, lo cual debe tenerse en cuenta al momento de querer diseñar alimentos conteniendo múltiples probióticos. Lo mismo sucede con el género *Bifidobacterium*, cuyas especies forman colonias muy similares entre sí (PAYNE Y COL., 1999).

Un medio de cultivo adecuado para el control de bacterias probióticas debería ser capaz de inhibir el desarrollo de la microflora láctica acompañante, o al menos ofrecer un desarrollo diferencial. A su vez, la tasa de recuperación de células viables debe ser lo más cercana al posible 100%, para no subestimar el nivel de células viables y debe tener capacidad selectiva o diferencial si existe más de un probiótico a enumerar. Finalmente, para que pueda ser empleado en el control de calidad de rutina en plantas lácteas, debe ser fácil de preparar, estable y de costo razonable.

Hacia la época en que se comenzaban a agregar probióticos a leches fermentadas, el foco de la investigación se puso en el recuento de cepas de *L. acidophilus* y bifidobacteria, las cuales fueron las primeras en ser empleadas a nivel comercial. Sin embargo, y luego de algunos problemas de viabilidad relacionados al empleo industrial de estos microorganismos, comenzó a surgir una tendencia hacia el uso de cepas del grupo *L. casei* (SHAH 2000). Por ejemplo, actualmente en nuestro país la tres leches fermentadas probióticas con mayor difusión comercial (Actimel, Yakult y Leche SanCor Bio) poseen cepas del grupo *L. casei* como probiótico.

Por lo tanto, los medios originalmente diseñados para el recuento de *L. acidophilus* y bifidobacteria fueron testeados en relación a su capacidad para realizar el recuento de *L. casei*, o alternativamente, se desarrollaron medios específicos para cepas del grupo *L. casei* (CHAMPAGNE Y COL. 1997, RAVULA Y SHAH 1998, VINDEROLA Y REINHEIMER 2000). La gran variedad de medios de cultivo base y agentes selectivos y diferenciales utilizados (antibióticos, sales, azúcares, agentes cromógenos, etc) permiten tener una idea sobre la complejidad de esta tarea. Es muy probable que para cada combinación de probiótico/*starter* en un alimento en particular, se deba realizar una adecuada búsqueda de medio de cultivo para asegurar un correcto recuento de células viables.

No existen hasta el momento protocolos oficiales ni métodos estándares validados para el control de viabilidad de probióticos en alimentos. En 1990, la Federación Internacional de Lechería (*International Dairy Federation*, FIL-IDF) publicó un boletín (IDF 252/1990) donde proponía medios de cultivo para la detección y recuento de bifidobacterias en heces y en productos lácteos fermentados. En este boletín se propusieron cuatro medios de cultivos para la detección de bifidobacterias en heces y catorce medios de cultivo para el recuento en leches fermentadas y en otros alimentos. En 1995, se publicó otro boletín (IDF 306/1995) donde se proponían dieciséis medios de cultivo para el recuento de *L. acidophilus*, combinado con bacterias lácticas iniciadoras y/o bifidobacterias. Hasta el momento, esta organización no ha publicado boletines sobre el recuento de cepas del grupo *L. casei* (*L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*), probablemente el grupo más utilizado hoy en día en leches fermentadas comerciales alrededor del mundo.

Los esfuerzos realizados por la FIL y la ISO (*International Organization for Standardization*) para diseñar un método único y confiable para el recuento de *L. acidophilus* en productos lácteos derivó en la publicación en 2006 de una técnica para el recuento presuntivo en un medio selectivo (ISO 20128/IDF 192/2006). Esta técnica implica el uso de los antibióticos clindamicina y ciproflaxina, ambos capaces de inhibir el desarrollo de la mayoría de las cepas de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. delbrueckii*

subsp. *lactis*, *S. thermophilus*, bifidobacteria, lactococci, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. reuteri* y *Leuconostoc*. Sin embargo, se advierte que este método no es capaz de distinguir entre *L. acidophilus*, *L. johnsonii*, *L. gasseri* y *L. crispatus*, que son cuatro especies altamente relacionadas del grupo *L. acidophilus* (KLEIN Y COL. 1998). La metodología advierte además que debido a la gran variedad de productos lácteos existentes el método podría no ser apropiado para ciertos productos en particular. Otra limitación es que la técnica no podría ser adecuada en el caso de que *L. acidophilus* estuviera en concentraciones menores que otros lactobacilos tales como *L. rhamnosus*, *L. reuteri*, *L. plantarum*, *L. helveticus* o levaduras (ISO 20128/IDF 192/2006).

Con el objetivo de desarrollar un método para el recuento selectivo de bifidobacterias en productos lácteos, la FIL lanzó en 2003 un ensayo a nivel mundial que incluyó veinte laboratorios de Europa, Japón y Nueva Zelanda (IDF 411/2007). Cada uno de estos laboratorios recibió siete muestras ciegas de productos lácteos conteniendo bifidobacterias, como cultivos puros o en combinación con *L. acidophilus*, *L. gasseri*, *S. thermophilus* y *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Los laboratorios emplearon un medio de cultivo conteniendo el antibiótico mupirocina (MUP) y el sustrato TOS (oligosacárido transgalactosilado) para la enumeración selectiva de bifidobacterias. Los resultados de este estudio demostraron que el empleo del antibiotico no interfirió con el crecimiento de las bifidobacterias y que a su vez fue capaz de inhibir el desarrollo de las bacterias lácticas acompañantes. Además, el empleo del medio conteniendo TOS-MUP resultó en un desarrollo de las bifidobacterias más rápido y con colonias de mayor tamaño (IDF 411/2007). En base a estos resultados, es esperable que en el futuro sea publicada por la FIL-ISO una técnica para el recuento presuntivo de bifidobacterias en productos lácteos en presencia de bacterias lácticas.

Hasta el momento, todos los medios de cultivos propuestos para el recuento de bacterias probióticas tienen limitaciones y tienen alcance para las cepas y condiciones ensayadas, con poca posibilidad de ser generalizados a otras cepas y productos sin hacer ensayos confirmatorios. Por lo tanto, al diseñar un alimento nuevo conteniendo bacterias probióticas,

es aconsejable determinar primero la respuesta de cada probiótico como cultivo puro (crecimiento, tasa de recuperación respecto a un medio sin agentes selectivos o diferenciales y un registro de la morfología de las colonias para el reconocimiento posterior al estar mezclado con otros cultivos) en cada uno de los medios de cultivo en estudio. Con este fin, en el Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, UNL-CONICET) realizamos un estudio exploratorio de catorce medios de cultivos, diferenciales o selectivos, incubados bajo tres condiciones diferentes (VINDEROLA Y REINHEIMER 1999, 2000). De este estudio, se identificaron dos medios de cultivo adecuados para el recuento de *L. acidophilus*, *L. paracasei* y *Bifidobacterium* en presencia de *S. thermophilus* y *L. lactis* en el Bioqueso Ilolay Vita, primer queso probiótico comercial de Latinoamérica (VINDEROLA Y COL. 2000a), además de ser útil también para el recuento de bacterias probióticas en leches fermentadas.

Actualmente, todos los procedimientos de rutina para el control de la viabilidad celular de bacterias probióticas en leches fermentadas se basan exclusivamente en recuentos en medios de cultivo agarizados. Estas metodologías demandan mucho tiempo, son tediosas y susceptibles a recuentos que subestimen la población celular por la autoagregación de cepas (TALWALKAR Y KAILASAPATHY 2004) o debido a errores metodológicos en los que frecuentemente se incurre y que han sido revisados recientemente (CHAMPAGNE Y COL., 2011). Es importante tener en cuenta que el estrés al que están sometidos estos microorganismos durante la vida de estante podría hacer que células subletalmente dañadas no desarrollen en forma adecuada en medios agarizados, o desarrollando en muchos casos como colonias de diferentes tamaños, según el grado de daño subletal, lo que hace el recuento aún más confuso. Afortunadamente, nuevas técnicas tales como el uso de PCR cuantitativa en tiempo real, citometría de flujo e hibridación *in situ* están siendo desarrolladas con este fin, aunque su aplicación masiva para el control de rutina en industrias u organismos gubernamentales de control sea mas difícil de implementar por el costo de los equipamientos necesarios y la necesidad de disponer de recurso humano altamente especializado para su implementación y manipulación.



## Probióticos en productos lácteos fermentados

### Yogures y leches fermentadas

Las bacterias probióticas tienen una larga historia asociada a productos lácteos como principal vehículo alimenticio. Son numerosas las razones que hicieron que las leches fermentadas, como el yogur, hayan sido uno de los primeros y más exitosos comercialmente, vehículos de bacterias probióticas. Por un lado muchos probióticos comparten nichos ecológicos con las bacterias lácticas empleadas como *starters* y por lo tanto se considera generalmente que “bacterias cercanas podrían funcionar bien en una misma matriz alimentaria”, aunque, como se discutirá luego, no todas las combinaciones de bacterias lácticas y probióticas son exitosas. Además, el yogur ha sido considerado siempre un alimento saludable. Otro factor no menos importante para garantizar la continuidad del consumo es que el yogur es un alimento incorporado en la dieta de la población y que es consumido con periodicidad. Otros factores que han marcado su éxito comercial es la variedad de sabores disponibles y lo atractivo de su packaging, su relativamente bajo costo al constituir un alimento en sí mismo y su practicidad para transportarse, almacenarse y consumirse.

Para la elaboración de yogures conteniendo bacterias probióticas se pueden utilizar los procedimientos industriales ya establecidos para la elaboración de yogur tradicional, siendo los probióticos agregados antes de la fermentación (junto a las bacterias acidificantes) o después de la misma. En el primer caso, la ventaja es que operativamente son menos pasos, pero la desventaja es que la cepa probiótica estará expuesta a temperaturas no óptimas durante la fermentación y expuesta a la acidez láctica generada por las bacterias lácticas, lo que podría impactar negativamente en la viabilidad del probiótico (SOUZA Y COL., 2012). En el caso del agregado del probiótico luego de la fermentación, esto se puede aplicar a yogures batidos (en el caso de yogures set o firmes el probiótico debe agregarse sí o si antes de la fermentación) y la desventaja podría ser la sensibilidad al oxígeno incorporado durante el batido, principalmente si se emplean bifidobacterias (STANTON Y COL. 2003). Hay numerosos estudios sobre el agregado de probióticos a leches fermentadas y su

adecuada viabilidad durante la vida de estante (SHAH 2000, VINDEROLA Y COL. 2000B Y 2000C, KAILASAPATHY 2006). Sin embargo, tan pronto como estos desarrollos comenzaron a aparecer, otros estudios advirtieron sobre pérdidas de viabilidad celular en forma cepa y producto-dependiente (GILLILAND Y SPECK 1977, DAVE Y SHAH 1998, DONKOR Y COL. 2006), principalmente debido a la acción inhibitoria de la acidez láctica, a factores del proceso o a otros compuestos químicos que forman parte de la formulación del producto (HELLER 2001, VINDEROLA Y COL. 2002a), así también como a las posibles interacciones negativas entre las bacterias lácticas y probióticas (JOSEPH Y COL. 1998, VINDEROLA Y COL. 2002b).

La viabilidad de bacterias probióticas en leches fermentadas depende de numerosos factores tales como la cepa en particular, la forma de inoculación (cultivos congelados, liofilizados o con una etapa previa de propagación *in situ* en planta), el momento del agregado a la leche (antes o después de la fermentación), la temperatura de fermentación, la acidez final y la composición química de la matriz, las interacciones con las bacterias lácticas acidificantes, las condiciones de temperatura durante la vida de estante y el oxígeno disuelto, entre otros (STANTON Y COL. 2003). Esta lista no es exhaustiva ya que es probable que existan interacciones entre estos factores, lo cual no han sido completamente abordado por estudios científicos. A pesar de esto, el pH final del producto y el fenómeno de post-acidificación durante la vida de estante han sido señalados como los dos factores más importantes en las pérdidas de viabilidad celular de bacterias probióticas en leches fermentadas experimentales y comerciales.

En nuestro país, algunos ejemplos de leches fermentadas comerciales, con varios años de presencia en el mercado, que contienen bacterias probióticas (y las cepas presentes) son: Actimel (*L. casei* DN 114 001), Leche San-Cor Bio (*L. casei* CRL 431), Yakult (*L. casei* Shirota) y Activia (*B. animalis* subsp. *lactis* DN 173010).

## Quesos

El queso ha sido la segunda matriz alimentaria con mayor éxito comercial para la vehiculización de bacterias probióticas. El agregado de estos cul-

tivos a variedades frescas, blandas o semi-blandas de quesos es una alternativa alentadora a algunos problemas de escasa viabilidad en leches fermentadas, debido principalmente a la acidez láctica. Los quesos poseen mayores valores de pH que los yogures, una matriz más compacta y con menos oxígeno y un mayor contenido de grasa que podría actuar como un agente protector del probiótico durante el tránsito gastrointestinal (STANTON Y COL. 1998). Sin embargo, y a diferencia del proceso tecnológico de elaboración de yogures, algunos procesos casearios deben ser ligeramente modificados para adaptarse a los requerimientos de viabilidad de los probióticos. La actividad acuosa, contenido de sal, temperatura de cocción de la cuaja, período de maduración, entre otros, son algunos de los factores sobre los cuales se debe reflexionar antes de decidir la inclusión de una bacteria probiótica en un queso. En este sentido, los quesos frescos son los productos ideales para incluir probióticos, ya que es un producto que no implica maduración y en general posee de bajo a moderado contenido de sal. El almacenamiento se hace a temperaturas de refrigeración y la vida útil es relativamente corta o dentro de los plazos en los que se espera el probiótico pueda mantenerse viable (de un par de semanas a unos pocos meses) (HELLER Y COL. 2003).

Uno de los principales obstáculos a sortear para el agregado de probióticos quesos es determinar de forma precisa en que momento y como agregarlos a la tina de elaboración para minimizar la pérdida de biomasa junto al suero que se elimina después del corte de la cuajada. Para cada queso en particular debe encontrarse una solución según su tecnología de elaboración, por ejemplo en el caso de queso cottage el agregado tiene lugar en el momento del agregado de la crema y la sal (BLANCHETTE Y COL. 1995, BLANCHETTE Y COL. 1996). Por otro lado es posible implementar un sistema de ultrafiltración para concentrar los sólidos del producto y evitar entonces la etapa de desuerado, con la consecuente pérdida de células viables en el suero. Esta fue la tecnología adoptada para el proceso de producción del Bioqueso Ilolay Vita, primer queso probiótico Argentino y latinoamericano desarrollado por la empresa Sucesores de A. Williner (Rafaela, Argentina) con la colaboración de investigadores del Instituto de Lactología Industrial (UNL-CONICET) de la ciudad de Santa

Fe (VINDEROLA Y COL. 2000a). Existen numerosísimos antecedentes de la incorporación exitosa de bacterias probióticas a quesos, la mayoría de ellos experimentales, algunos ejemplos son: Cheddar (FURTADO Y COL. 1993, DINAKAR Y MISTRY 1994, SHAW Y WHITE 1994, DAIGLE Y COL. 1997, GARDINER Y COL. 1998 Y 1999, MC BREARTY Y COL. 2001, PHILLIPS Y COL. 2006, ONG Y COL. 2007), Cottage (BLANCHE-TTE Y COL. 1995 Y 1996, RIORDAN Y COL. 1998), Gouda (GOMEZ Y COL. 1995), Crescenza en Italia (GHODUSSI Y ROBINSON 1996, GOB-BETTI Y COL. 1998, BURNS Y COL. 2008b), Kariesh (MURAD Y COL. 1998) y Tallaga (EL-ZAYAT Y OSMAN 2001) en Egipto, de cabra en Portugal (GOMES Y MALCATA 1998), Bioqueso Ilolay Vita fresco en Argentina, que llegó al desarrollo comercial y lanzamiento al mercado (VINDEROLA Y COL. 2000a), Canestrato Pugliese (CORBO Y COL. 2001) y Fior di Latte (MINERVINI Y COL., 2011) también en Italia, Pikantne en Estonia (SONGISEPP Y COL. 2004), blanco salado (YILMAZTEKIN Y COL. 2004), blanco (KASIMOGLU Y COL. 2004), Minas frescal en Brasil (BURITI Y COL. 2005), de oveja (KOURKOUTAS Y COL. 2006; ALBENZIO Y COL., 2013), semi duro tipo Tybo (BERGAMINI Y COL. 2005) y petit-suisse también en Brasil (CARDARELLI Y COL. 2008).

## Conclusiones

La incorporación de bacterias probióticas en productos lácteos ha experimentado una gran expansión desde mediados de 1995 (y se encuentra aún en alza), apoyándose en la proliferación de estudios científicos que avalan sus efectos benéficos para la salud. Sin embargo, no todas las cepas disponibles han sido sometidas aún a estudios clínicos a doble ciego y con control de placebos y menos aún cuando una vez que han sido incorporadas a diferentes matrices alimentarias, las cuales tienen un papel decisivo en su funcionalidad. Existen aún numerosas dificultades a nivel de la industria de alimentos para manejar y controlar su presencia en el producto final, principalmente cuando es necesario hacer un control de células viables y están presentes juntos a las bacterias lácticas acidificantes o en mezcla con otros probióticos. En menor medida se conoce de qué forma la matriz alimentaria y las variables del proceso tecnológico de elaboración de alimentos e incluso de la biomasa de

bacterias probióticas, puede influenciar la funcionalidad de éstas. Afortunadamente existen numerosos recursos humanos ya formados en el tema, herramientas metodológicas disponibles y un principio de conciencia sobre la importancia de regular este tema por parte de los organismos gubernamentales de control que llevará, en el futuro, a disponer de cepas perfectamente caracterizadas, para las cuales se conocerán sus efectos benéficos hacia la salud cuando son consumidas en un alimento de forma sistematizada. Por el momento, una mirada global a los estudios clínicos realizados, demuestran que su consumo es seguro y, en la mayoría de los casos, su ingesta mejora numerosas funciones del organismos tendientes a prevenir o actuar de forma terapéutica sobre algunas patologías, sobre todo las de orden intestinal y, en menor medida, las que afectan al árbol respiratorio.

## Referencias

Adolfsson, O., Meydani, S.N., and Russell, R.M. 2004. Yogurt and gut function. **Am. J. Clin. Nutr.** 80:245–256.

Albenzio, M., Santillo, A., Caroprese, M., Ruggieri, D., Napolitano, F. and Sevi, A. 2013. Physicochemical properties of Scamorza ewe milk cheese manufactured with different probiotic cultures. **J. Dairy Sci.** 96:2781-2791.

Bergamini, C.V., Hynes, E.R., Quiberoni, A., Suárez, V.B., and Zalazar, C.A. 2005. Probiotic bacteria as adjunct starters: influence of the addition methodology on their survival in a semi-hard Argentinean cheese. **Food Res. Int.** 38:597-604.

Bergmann, H., Rodríguez, J.M., Salminen, S. and Szajewska, H. 2014. Probiotics in human milk and probiotic supplementation in infant nutrition: a workshop report. **Br. J. Nutr.** 112(7):1119-28.

Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorente, C. and Gil A. 2012. Probiotic mechanisms of action. **Ann Nutr Metab.** 61(2):160-74.

---

Blanchette, L., Roy, D., and Gauthier, S.F. 1995. Production of cultured cottage cheese dressing by bifidobacteria. **J. Dairy Sci.** 78:1421-1429.

Blanchette, L., Roy, D., Bélanger, G., and Gauthier, S.F. 1996. Production of cottage cheese using dressing fermented by bifidobacteria. **J. Dairy Sci.** 79:8-15.

Blaut, M. and Clavel, T. 2007. Metabolic diversity of the intestinal microbiota: implications for health and disease. **J Nutr.** 137:751S-755S.

Bron, P.A., Grangette, C., Mercenier, A., de Vos, W.M., and Kleerebezem, M. 2004. Identification of *Lactobacillus plantarum* genes that are induced in the gastrointestinal tract of mice. **J. Bacteriol.** 186:5721-5729.

Buriti, F.C.A., da Rocha, J.S., and Saad, S.M.I. 2005. Incorporation of *Lactobacillus acidophilus* in Minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage. **Int. Dairy J.** 15:1279-1288.

Burns, P., Patrignani, F., Serrazanetti, D., y col. 2008b. Probiotic Crescenza cheese containing *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus* manufactured with high pressure-homogenized milk. **J. Dairy Sci.** 91:500-12.

Cardarelli, H.R., Buriti, F.C.A., Castro, I.A., and Saad, S.M.I. 2008. Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially synbiotic petit-suisse cheese. **LWT - Food Sci. Technol.** 41:1037-1046.

Champagne, C.P., Ross, R.P., Saarela, M., Hansen, K.F., and Charalampopoulos, D. 2011. Recommendations for the viability assessment of probiotics as concentrated cultures and in food matrices. **Int J Food Microbiol.** 149:185-193.

Champagne, C.P., Roy D., and Lafond, A. 1997. Selective enumeration of *Lactobacillus casei* in yoghurt-type fermented milks based on a 15°C incubation temperature. **Biotechnol Tech.** 11:567-569.

Corbo, M.R., Albenzio, M., De Angelis, M., Sevi, A., and Gobbetti, M. 2001. Microbiological and biochemical properties of canestrato pugliese hard cheese supplemented with bifidobacteria. **J. Dairy Sci.** 84:551-561.

Daigle, A., Roy, D., Bélanger, G., and Vuillemand, J.C. 1997. Production of hard pressed cheese (Cheddar cheese-like) using cream fermented by *Bifidobacterium infantis* ATCC 27920 G. Abstract D25. **J. Dairy Sci.** 80 (Suppl.1).

Dave, R.I., and Shah, N.P. 1998. Ingredient supplementation effects on viability of probiotic bacteria in yogurt. **J. Dairy Sci.** 81:2804-2816.

de Almada, C.N., Nunes de Almada, C., Martinez, R.C. and Sant'Ana, A.de S. 2015. Characterization of the intestinal microbiota and its interaction with probiotics and health impacts. **Appl. Microbiol. Biotechnol.** 99 (10):4175-99.

de Moreno de LeBlanc, A., Chaves, S., Carmuega, E., Weill, R., Antóine, J., and Perdígón, G. 2008. Effect of long-term continuous consumption of fermented milk containing probiotic bacteria on mucosal immunity and the activity of peritoneal macrophages. **Immunobiol.** 213:97-108.

de Vrese, M., and Schrezenmeir, J. 2007. Supplement: effects of probiotics and prebiotics. **J. Nutr.** 137:739S-853S.

Dinakar, P., and Mistry, V.V. 1994. Growth and viability of *Bifidobacterium bifidum* in Cheddar cheese. **J. Dairy Sci.** 77:2854-2864.

Dogi, C., and Perdígón, G. 2006. Importance of the host specificity in the selection of probiotic bacteria. **J. Dairy Res.** 73:357-366.

Donkor, O.N., Henriksson, A., Vasiljevic, T., and Shah, N.P. 2006. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. **Int. Dairy J.** 16:1181-1189.

---

El-Abbadi, N.H., Dao, M.C. and Meydani, S.N. 2014. Yogurt: role in healthy and active aging. **Am. J. Clin. Nutr.** 99:263S-70S.

El-Zayat, A.I., and Osman, M.M. 2001. The use of probiotics in Tallaga cheese. **Egyp. J. Dairy Sci.** 29:99–106.

FAO/WHO (2002) Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Working Group Report. [http://www.who.int/food-safety/fs\\_management/en/probiotic\\_guidelines.pdf](http://www.who.int/food-safety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf)

Farnworth, Edward. 2008. **Handbook of fermented functional foods**. 2<sup>nd</sup> edition. Boca Raton: CRC Press.

Franz, C.M., Stiles, M.E., Schleifer, K.H., and Holzapfel, W.H. 2003. Enterococci in foods - a conundrum for food safety. **Int. J. Food Microbiol.** 88:105-122.

Franzosa, E.A., Huang, K., Meadow, J.F., Gevers, D., Lemon, K.P., Bohannon, B.J. and Huttenhower, C. 2015. Identifying personal microbiomes using metagenomic codes. **Proc. Natl. Acad. Sci.** 11.

Fuller, R. 1989. A review: probiotics in man and animals. **J. Appl. Bacteriol.** 66:365-378.

Fuller, Roy and Perdigón, Gabriela. 2003. **Gut flora, nutrition, immunity and health**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.

Furtado, M.M., Partridge, J.A., and Ustunol, Z. 1993. Ripening characteristics of reduced fat cheddar cheese using heat-shocked and live *Lactobacillus casei* as adjunct culture. Abstract D28. **J. Dairy Sci.** 76 (Supl.1), 101.

Galdeano, C.M., and Perdigón, G. 2004. Role of viability of probiotic strains in their persistence in the gut and in mucosal immune stimulation. **J. Appl. Microbiol.** 97:673-81.



Gardiner, G., Ross, R.P., Collins, J.K., Fitzgerald, G., and Stanton, C. 1998. Development of a probiotic Cheddar cheese containing human-derived *Lactobacillus paracasei* strains. **Appl. Environ. Microbiol.** 64:2192-2199.

Gardiner, G., Stanton, C., Lynch, P.B., Collins, J.K., Fitzgerald, G., and Ross, R.P. 1999. Evaluation of Cheddar cheese as a food carrier for delivery of a probiotic strain to the gastrointestinal tract. **J. Dairy Sci.** 82:1379-1387.

Ghoddusi, H.B., and Robinson, R.K. 1996. The test of time. **Dairy Ind. Int.** 61:25-28.

Gibson, G.R., Rastall, R.A. and Fuller, R. 2003. The health benefits of probiotics and prebiotics. In **Gut flora, nutrition, immunity and health**, ed. R. Fuller and G. Perdigón, 52-76. Oxford: Balckwell Publishing.

Gilliland, S.E., and Speck, M.L. 1977. Instability of *Lactobacillus acidophilus* in yogurt. **J. Dairy Sci.** 60:1394-1398.

Gobbetti, M., Corsetti, A., Smacchi, E., Zocchetti, A., And De Angelis, M. 1998. Production of Crescenza cheese by incorporation of bifidobacteria. **J. Dairy Sci.** 81:37-47.

Goktepe, Ipek, Juneja, Vijay K. and Mohamed Ahmedna, M. 2007. **Probiotics in food safety and human health**. Boca Raton: CRC Press.

Gomes A.M.P., and Malcata, F.X. 1998. Development of probiotic cheese manufactured from goat milk: response surface analysis via technological manipulation. **J. Dairy Sci.** 81:1492-1507.

Gomes, A.M.P., Malcata, F.X., Klaver, F.A.M, and Grande, H.J. 1995. Incorporation and survival of *Bifidobacterium* sp. strain Bo and *Lactobacillus acidophilus* strain Ki in a cheese product. **Neth. Milk Dairy J.** 49:71-95.

Guarner, F., Perdigón, G., Corthier, G., Salminen, S., Koletzko, B., and Morelli, L. 2005. Should yoghurt cultures be considered probiotics? **Brit. J. Nutr.** 93:783-786.

Gueimonde M, Kalliomäki M, Isolauri E, Salminen S. Probiotic intervention in neonates--will permanent colonization ensue? **J Pediatr Gastroenterol Nutr.** 2006 May;42(5):604-6.

Haller, D., Colbus, H., Ganzle, M.G., Scherenbacher, P., Bode, C., and Hammes W.P. 2001. Metabolic and functional properties of lactic acid bacteria in the gastro-intestinal ecosystem: a comparative in vitro study between bacteria of intestinal and fermented food origin. **Syst. Appl. Microbiol.** 24:218-26.

Hao, Q., Dong, B.R. and Wu, T. 2015. Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. **Cochrane Database Syst Rev.** 2:CD006895.

Heller, K.J. 2001. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms. **Am. J. Clin. Nutr.** 73:374S-379s.

Heller, K.J., Bockelmann, W., Schrezenmeir, J., and de Vrese, M. 2003. Cheese and its potential as a probiotic food. In **Handbook of fermented functional Foods**, ed. E.R. Farnworth, 203-226. Boca Raton: CRC Press.

IDF. 1990. Culture media for detection and enumeration of bifidobacteria in fermented milk products. Bulletin No. 252, Int. Dairy Federation, Brussels, Belgium.

IDF. 1995. Detection and enumeration of *Lactobacillus acidophilus*. Bulletin No. 306, Int. Dairy Federation, Brussels, Belgium.

IDF. 2006. Milk products - Enumeration of presumptive *Lactobacillus acidophilus* on a selective medium – Colony-count technique at 37 °C. International Standard ISO 21128, IDF 192.

---

IDF. 2007. Selective enumeration of bifidobacteria in dairy products: development of a standard method. Bulletin No. 411, Int. Dairy Federation, Brussels, Belgium.

Isolauri, E., Salminen, S., Ouwehand, A.C. 2004. Probiotics. **Best Pract. Res. Clin. Gastroenterol.** 18:299-313.

Joseph, P.J., Dave, R.I., and Shah, N.P. 1998. Antagonism between yogurt bacteria and probiotic bacteria isolated from commercial starter cultures, commercial yogurts, and a probiotic capsule. **Food Aust.** 50:20-3.

Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. **LWT - Food Sci. Technol.** 39:1221-1227.

Kanbe, M. 1992. Traditional fermented milks of the world. In **Functions of fermented milk**, ed. Y. Nakazawa and A. Hosono, 41-60. Cambridge: Elsevier Science Publishers Ltd.

Kasimoglu, A., Goncuozlu, M., and Akgun, S. 2004. Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. **Int. Dairy J.** 14:1067-1073.

Kayser, F.H. 2003. Safety aspects of enterococci from the medical point of view. **Int. J. Food Microbiol.** 88:255-262.

Klein, G., Pack, A., Bonaparte, C., and Reuter, G. 1998. Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. **Int. J. Food Microbiol.** 41:103-125.

Kourkoutas, Y., Bosnea, L., Taboukos, S., Baras, C., Lambrou, D., and Kanellaki, M. 2006. Probiotic cheese production using *Lactobacillus casei* cells immobilized on fruit pieces. **J. Dairy Sci.** 89:1439-1451.

Lee JH, Karamychev VN, Kozyavkin SA, Mills D, Pavlov AR, Pavlova NV, Polouchine NN, Richardson PM, Shakhova VV, Slesarev AI, Weimer

B, O'Sullivan DJ. 2008 Comparative genomic analysis of the gut bacterium *Bifidobacterium longum* reveals loci susceptible to deletion during pure culture growth. *BMC Genomics*. 2008 May 27;9:247.

Lehrer, R.I., Bevins, C.L. and Ganz, T. 2005. Defensins and other antimicrobial peptides and proteins. In **Mucosal immunology**. 3<sup>rd</sup> edition, ed. J. Mestecky, M.E. Lamm, W.

Lourens-Hattingh, A., and Viljoen, B.C. 2001. Yogurt as probiotic carrier food. *Int. Dairy J.* 11:1–17.

Marietta, E., Rishi, A. and Taneja, V. Immunogenetic control of the intestinal microbiota. 2015. *Immunol.* Epub ahead of print.

Mc Brearty, S., Ross, R.P, Fitzgerald, G.F., Collins, J.K., Wallace, J.M., and Stanton, C. 2001. Influence of two commercially available bifidobacteria cultures on Cheddar cheese quality. *Int. Dairy J.* 11:599-610.

Minervini F, Siragusa S, Faccia M, Dal Bello F, Gobbetti M, De Angelis M. 2012 Manufacture of Fior di Latte cheese by incorporation of probiotic lactobacilli. *J Dairy Sci.* 2012 Feb; 95(2):508-20.

Mitsuoka, T. 1992. Intestinal flora and aging. *Nutr. Rev.* 50:438-446.

Montrose DC, Floch MH. 2005. Probiotics used in human studies. *J Clin Gastroenterol.* 2005 Jul; 39(6):469-84.

Morata de Ambrosini, V., Gonzalez, S., Perdigón, G., Pesce de Ruiz Holgado, A., and Oliver, G. 1996. Chemical composition of the cell wall of lactic acid bacteria and related species. *Chem. Pharm. Bull.* 44:2263–2267.

Moreau, M.C. and Gaboriau-Routhiau, V. 2000. Influence of resident intestinal microflora on the development and functions of the intestinal-associated lymphoid tissue. In **Probiotics 3 Immunomodulation by the gut flora and probiotics**, ed. R. Fuller and G. Perdigón, 69-114. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

---

Murad, H.A., Sadek, Z.I., and Fathy, F.A. 1998. Production of bifidus kariesh cheese. **Deutsche Lebensmittel-Rundschau**. 94:409-412.

Ong, L., Henriksson A., and Shah, N.P. 2007. Chemical analysis and sensory evaluation of Cheddar cheese produced with *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. paracasei* or *Bifidobacterium* sp. **Int. Dairy J.** 17:937-945.

Ouwehand, A.C. and Vesterlund, S. 2004. Antimicrobial components from lactic acid bacteria. In **Lactic acid bacteria. Microbiological and functional aspects**. 3<sup>rd</sup> edition, revised and expanded, ed. S. Salminen, A. von Wright, A. Ouwehand, 375-396. New York: Marcel Dekker, Inc.

Ouwehand, A.C., and Salminen, S.J. 1998. The health effects of cultured milk products with viable and non-viable bacteria. **Int. Dairy J.** 8:749-758.

Payne, J.F., Morris, A.E.J., and Beers, P. 1999. Note: Evaluation of selective media for the enumeration of *Bifidobacterium* sp. in milk. **J. Appl. Microbiol.** 86:353-358.

Peterson, C.T., Sharma, V., Elmén, L. and Peterson, S.N. 2015. Immune homeostasis, dysbiosis and therapeutic modulation of the gut microbiota. **Clin. Exp. Immunol.** 179(3):363-77.

Phillips, M., Kailasapathy, K., and Tran, L. 2006. Viability of commercial probiotic cultures (*L. acidophilus*, *Bifidobacterium* sp., *L. casei*, *L. paracasei* and *L. rhamnosus*) in cheddar cheese. **Int. J. Food Microbiol.** 108:276-280.

Prajapati, J.B., and Nair, B.M. 2003. The history of fermented foods. In **Handbook of fermented functional foods**, ed. E.R. Farnworth, 1-26. Boca Raton: CRC Press.

Rasic, J.L.J., and Kurmann, J.A. 1978. **Yoghurt-scientific grounds, technology, manufacture and preparations**. Copenahen: Technical Dairy Pub. House.

- 
- Ravula, R. R., and Shah, N. P. 1998. Selective enumeration of *Lactobacillus casei* from yogurts and fermented milks. **Biotechnol. Tech.** 12:819-822.
- Reid, G., Jass, J., Sebulsky, M.T., and McCormick, J.K. 2003b. Potential uses of probiotics in clinical practice. **Clin. Microbiol. Rev.** 16:658-672.
- Reid, G., Sanders, M.E., Gaskins, H.R, Gibson, G.R., y col. 2003a. New scientific paradigms for probiotics and prebiotics. **Clin. Gastroenterol.** 37:105-118.
- Rinkinen, M., Jalava, K., Westermarck, E., Salminen, S., and Ouwehand, A.C. 2003. Interaction between probiotic lactic acid bacteria and canine enteric pathogens: a risk factor for intestinal *Enterococcus faecium* colonization? **Vet. Microbiol.** 92:111-119.
- Riordan, K.O., and Fitzgerald, G.F. 1998. Evaluation of bifidobacteria for the production of antimicrobial compounds and assessment of performance in cottage cheese at refrigeration temperature. **J. Appl. Microbiol.** 85:103-114.
- Russell, M.W., Bobek, L.A., Brock, J.H., Hajishengallis, G. and Tenuovo, J. 2005. Innate humoral defense factors. In **Mucosal immunology**, 3<sup>rd</sup> edition, ed. J. Mestecky, M.E. Lamm, W. Strober, J. Bienenstock, J.R. McGhee and L. Mayer, 73-93. San Diego: Academic Press.
- Salminen, Seppo, von Wright, Atte and Ouwehand, Arthur. 2004. **Lactic acid bacteria. Microbiology and functional aspects**. 3<sup>rd</sup> edition revised and expanded. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Sankar, S.A., Lagier, J.C., Pontarotti, P., Raoult, D. and Fournier, P.E. 2015. The human gut microbiome, a taxonomic conundrum. **Syst. Appl. Microbiol.** S0723-2020(15)00045-4.
- Saxelin, M., Tynkkynen, S., Mattila-Sandholm, T. and Vos, W.M. 2005. Probiotic and other functional microbes: from markets to mechanisms. **Curr. Opin. Biotechnol.** 16:204-211.

---

Scott, K.P., Antoine, J.M., Midtvedt, T. and van Hemert, S. 2015. Manipulating the gut microbiota to maintain health and treat disease. **Microb. Ecol. Health Dis.** 26:25877.

Senok, A.C., Ismaeel, A.Y., Botta, G.A. 2005. Probiotics: facts and myths. **Clin. Microbiol. Infect.** 11:958-966.

Shah, N.P. 2000. Probiotic bacteria: selective enumeration and survival in dairy foods. **J. Dairy Sci.** 83:894-907.

Shah, N.P. 2007. Functional cultures and health benefits. **Int. Dairy J.** 17:1262–1277.

Shaw, S.K., and White, C.H. 1994. Survival of bifidobacteria in reduced fat Cheddar cheese. **J. Dairy Sci.** 77 (Supl.1), 4.

Songisepp, E., Kullisaar, T., Hütt, P., y col. 2004. A new probiotic cheese with antioxidative and antimicrobial activity. **J. Dairy Sci.** 87:2017-2023.

Souza T.C., Zacarías M.F., Silva A.M., Binetti A., Reinheimer J., Nicoli J.R. and Vinderola G 2012. Cell viability and immunostimulating and protective capacities of *B. longum* 51A are differentially affected by technological variables in fermented milks. *J Appl Microbiol* (en prensa).

Stanton, C., Desmond, C., Coakley, M., Collins, J.K., Fitzgerald, G., and Ross, R.P. 2003. Challenges facing development of probiotic-containing functional foods. In **Handbook of fermented functional foods**, ed. E.R. Farnworth, 27-58. Boca Raton: CRC Press.

Stanton, C., Gardiner, G., Lynch, P.B., Collins, J.K., Fitzgerald, G., and Ross, R.P. 1998. Probiotic cheese. **Int. Dairy J.** 8: 491-496.

Talwalkar, A., and Kailasapathy, K. 2004. Comparison of selective and differential media for the accurate enumeration of strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus casei* complex from commercial yoghurts. **Int. Dairy J.** 14:143–149.

---

Tannock, G.W. 2003. The intestinal microflora. In **Gut flora, nutrition, immunity and health**, ed. R. Fuller and G. Perdigón, 1-23. Oxford: Blackwell Publishing.

Tejada-Simon, M.V., and Pestka, J.J. 1999. Proinflammatory cytokine and nitric oxide induction in murine macrophages by cell wall and cytoplasmic extracts of lactic acid bacteria. **J. Food Prot.** 62:1435-1444.

Vasiljevic, T., and Shah, N.P. 2008. Probiotics - from Metchnikoff to bioactives. **Int. Dairy J.** 18:714-728.

Vinderola, C.G., and Reinheimer, J.A. 1999. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. **Int. Dairy J.** 9:497-505.

Vinderola, C.G., and Reinheimer, J.A. 2000. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*, bifidobacteria and lactic starter bacteria in fermented dairy products. **Int. Dairy J.** 10: 271-275.

Vinderola, C.G., Bailo, N., and Reinheimer, J.A. 2000b. Survival of probiotic microflora in Argentinian yoghurts during refrigerated storage. **Food Res. Int.** 33:97-102.

Vinderola, C.G., Costa, G.A., Regenhardt, S., and Reinheimer, J.A. 2002a. Influence of compounds associated with fermented dairy products on the growth of lactic acid starter and probiotic bacteria. **Int. Dairy J.** 12:579-589.

Vinderola, C.G., Gueimonde, M., Delgado, T., Reinheimer, J.A., and de los Reyes-Gavilan, C.G. 2000c. Characteristics of carbonated fermented milk and survival of probiotic bacteria. **Int. Dairy J.** 10:213-220.

Vinderola, C.G., Matar, C., and Perdigón, G. 2005a. Role of intestinal epithelial cells in the immune effects mediated by Gram-positive probiotic bacteria. Involvement of Toll-like receptors. **Clin. Diag. Lab. Immunol.** 12:1075-1084.



Vinderola, C.G., Mocchiutti, P., and Reinheimer, J.A. 2002b. Interactions among lactic acid starter and probiotic bacteria used for fermented dairy products. **J. Dairy Sci.** 85:721–729.

Vinderola, C.G., Perdigón, G., Duarte, J., Farnworth, E., and Matar, C. 2006a. Modulation of the gut immune response by the exopolysaccharide produced by *Lactobacillus kefiranofaciens*. **Cytokine** 36:254-260.

Vinderola, C.G., Prosello W., Ghiberto D., and Reinheimer, J.A. 2000a. Viability of probiotic (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei*) and nonprobiotic microflora in Argentinian fresco cheese. **J. Dairy Sci.** 83:1905-1911.

Vinderola, G., de Moreno de LeBlanc, A., Perdigón, G., and Matar, C. 2008. Biologically active peptides released in fermented milks: role and functions. In **Handbook of fermented functional foods**, 2<sup>nd</sup> edition, ed. E.R. Farnworth, 177-202. Boca Raton: CRC Press.

Yilmaztekin, M., Ozer, B.H., Atasoy F. 2004. Survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in white-brined cheese. **Int. J. Food Sci. Nutr.** 55:53-60.

## CAPÍTULO 6

### Tópicos avançados em reprodução de bovinos leiteiros

*Bruno Campos de Carvalho, Gustavo Bervian dos Santos, Fabiana Cristina Varago, Maria de Fátima Ávila Pires, Marcos Wilson Vargas, Fernanda Samarini Machado, Mariana Magalhães Campos*

#### Introdução

A atividade leiteira no mundo tem se caracterizado por uma concentração da produção. Redução do número de propriedades, aumento no número de vacas ordenhadas e aumento da produtividade individual das vacas, são fatores que caracterizam essa concentração (RUTTEN et al., 2013). Essa tendência mundial, contudo, tem trazido reflexos sobre a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras, o que tem sido objeto de estudo em vários países, como Austrália, Irlanda e EUA (BUTLER, 2008; TEAGASC, 2012; WOOLASTON E SHEPHERD, 2012).

O manejo reprodutivo tem como objetivo principal o restabelecimento da lactação e a maximização da eficiência na conversão dos alimentos. Durante a vida de uma vaca, o terço inicial de lactação é aquele em que há maior eficiência energética, além da alta produção de leite, a vaca tem um consumo de matéria seca crescente, de forma que a mobilização de reservas corporais supre a diferença entre a energia requerida para a produção de leite e aquela ingerida dos alimentos (MACMILLAN, 1999). Fisiologicamente, no início da lactação a elevada concentração de hormônios que estimulam a produção de leite, como o hormônio do crescimento, e reduzidas concentrações de insulina e IGF-I (fator de crescimento semelhante à insulina tipo I) favorecem a maior eficiência energética e o direcionamento dos nutrientes para a glândula mamária. Entretanto, neste processo, os órgãos do sistema reprodutivo não são favorecidos e a sua exposição a esse ambiente metabólico por longo

período de tempo e/ou em grande intensidade, reduz a atividade ovariana e reduz a fertilidade.

Desde o início dos anos 2000, grande esforço de pesquisa foi direcionado, nos EUA, para entender os fatores relacionados à redução da fertilidade, que foi fortemente associada ao aumento da produção individual de leite (BUTLER, 2000). Recentemente, o desafio da elevada produção de leite tem ocasionado uma maior incidência de distúrbios metabólicos que, de forma indireta, reduzem a fertilidade (SANTOS, 2012). Esse maior entendimento da interação nutrição x reprodução x saúde tem permitido identificar fases críticas da produção e melhorar o manejo dos animais com o objetivo de aumentar a taxa de concepção e reduzir perdas embrionárias e gestacionais.

Outros fatores têm sido associados à redução da fertilidade, como o aumento do número de animais por fazenda, com conseqüente redução da relação homem:vaca (LEBLANC, 2010). Essa menor relação tem sido associada a uma menor capacidade de detecção de cios e de diagnóstico precoce de distúrbios metabólicos e infecções uterinas. A maior produtividade da mão de obra tem levado os produtores de leite a se adequar a esta nova realidade. Protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) têm sido cada vez mais adotados para superar as dificuldades de detecção de cios. Ainda, observa-se um uso emergente de dispositivos eletrônicos, com o objetivo de monitorar individualmente os animais. Esse conceito de individualização provém da Agricultura de Precisão e tem sido chamado de Pecuária de Precisão.

Diante do exposto, objetiva-se revisar o avanço do conhecimento, a melhoria de práticas de manejo e o desenvolvimento de tecnologias que têm sido aplicados para aumentar a eficiência reprodutiva de rebanhos leiteiros.

## **Eficiência reprodutiva em vacas leiteiras**

A avaliação de um rebanho baseia-se em índices reprodutivos como intervalo de partos, período de serviço, taxa de concepção, taxa de serviço,

taxa de prenhez, entre outros. Historicamente, o intervalo de partos é o índice reprodutivo mais utilizado na avaliação da eficiência reprodutiva, principalmente quando o objetivo é uma avaliação da sua evolução ao longo do tempo. Engloba todas as etapas reprodutivas, como o retorno ao cio após o parto, o número de serviços até a concepção e até a ocorrência de perdas gestacionais. Entretanto, trata-se de um índice histórico com restrição importante, pois não avalia todos os animais do rebanho ao mesmo tempo. Primíparas ou animais com problemas reprodutivos que não tem ainda o registro de um segundo parto não entram no seu cálculo. O intervalo de partos reflete o ambiente e o manejo da fazenda relativos a um ano atrás ou mais, quando as vacas foram inseminadas e tornaram-se gestantes. Dessa forma, o intervalo de partos é muito útil, por exemplo, para comparar vacas e selecionar para o descarte aquelas com menor eficiência reprodutiva (CARVALHO et al., 2010).

Mas para o manejo reprodutivo, principalmente em médios e grandes rebanhos, é necessário o uso de dados mais atualizados, dados que reflitam o último mês ou, melhor ainda, os últimos 21 dias, que é o período do ciclo estral da vaca. Assim, a taxa de prenhez, produto da taxa de serviço e da taxa de concepção, tem sido utilizada para o acompanhamento da fertilidade do rebanho. A taxa de serviço é a porcentagem de vacas que foram detectadas em cio e submetidas à inseminação, do total de vacas disponíveis (VASCONCELOS, 1999). A taxa de concepção é a porcentagem de vacas que conceberam após a inseminação. Para aumentar a taxa de serviço, tem-se observado aumento no uso da IATF e, mais recentemente, tem se tornado mais freqüente o uso de novos sensores eletrônicos que medem a atividade física dos animais, que auxiliam na detecção do cio (AUNGIER et al., 2015). Entretanto, alterar a taxa de concepção tem se mostrado um desafio maior. Devido a seu caráter multifatorial, diversos aspectos do manejo devem ser melhorados, como a nutrição no período de transição, o controle da perda de escore da condição corporal no início da lactação, a redução de distúrbios metabólicos e afecções reprodutivas como retenção de placenta e infecções uterinas, além de aspectos ligados ao ato da inseminação artificial em si e à fertilidade do sêmen.

---

## **Metabolismo no período de transição e o desafio da fertilidade em vacas leiteiras**

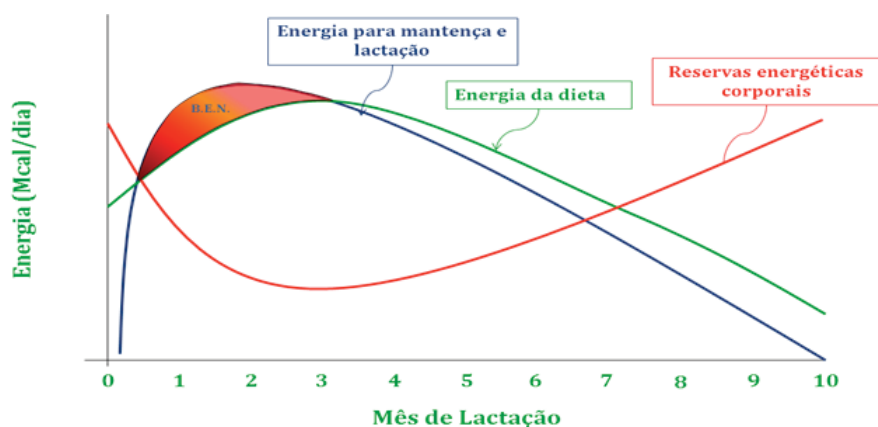
Reduções na taxa de concepção de vacas de leite também têm sido apontadas em todo o mundo (BUTLER, 2003; DOBSON et al., 2008). Para uma elevada taxa de concepção, é necessário que após o cio a vaca ovule um oócito de alta qualidade com competência para ser fecundado, e o embrião resultante desenvolva-se adequadamente, com uma reduzida taxa de mortalidade embrionária e de perdas durante a gestação. A fecundação dependerá da existência de espermatozoides capacitados de alta fertilidade e o desenvolvimento embrionário dependerá de um ambiente uterino hígido e exposto a concentrações adequadas de progesterona para a manutenção da gestação. A taxa de fertilização observada em vacas de alta produção é alta, 76%, entretanto, a taxa de concepção observada entre 28 e 50 dias pós-inseminação é de apenas 30-50% (SANTOS et al., 2004). Desta forma, o manejo das vacas deve objetivar uma alta qualidade dos oócitos, para garantir elevadas taxas de fertilização e reduzir as perdas embionárias, o que também depende um ambiente uterino adequado.

No início da lactação, vários fatores estão associados à reduzida taxa de concepção e elevada perda gestacional, como excessiva mobilização de reservas corporais (perda de ECC), balanço energético negativo acentuado no início da lactação, elevado consumo de matéria seca e alteração nas concentrações de hormônios e metabólitos (GARNSWORTOY et al., 2008). Esses efeitos são basicamente associados ao balanço energético negativo (BEN). Há muito, postulou-se que a qualidade do oócito é influenciada pelo status energético do animal. Como o desenvolvimento do oócito, desde a sua ativação até a ovulação leva cerca de 60 dias, Britt (1992) postulou-se que a intensidade do balanço energético negativo (BEN) que a vaca experimenta durante o início da lactação irá afetar o desenvolvimento do oócito. Esse efeito seria mais evidente nos folículos maiores e mais

próximos da ovulação. Entretanto, os folículos em início de desenvolvimento também seriam afetados, mas em intensidade menor, devido a menor exigência de nutrientes. Dessa forma, após a reversão do BEN, os efeitos reduziriam gradualmente, durante os 60 dias em que o oócito se desenvolve. Esse postulado foi comprovado por Leroy et al. (2006) que demonstraram que o BEN altera a composição do fluido folicular. Essa alteração na composição do fluido afeta adversamente o desenvolvimento do oócito. Desta forma, é necessário uma maior compreensão dos fatores envolvidos na interação entre reprodução, nutrição e saúde e como afetam a qualidade do oócito e o desenvolvimento embrionário inicial.

O período de transição é um período crítico para a produtividade e fertilidade de vacas leiteiras. Caracteriza-se por profunda adaptação metabólica, com a transição do estado fisiológico de gestação para o de lactação. Esse processo de adaptação do metabolismo é chamado homeorrese e envolve alteração nas concentrações de vários hormônios e metabólitos, com o objetivo de direcionar os nutrientes, que antes iam para o útero gestante, agora para a glândula mamária, para sustentar a produção de leite (BAUMAN E CURIE, 1980). O fator de maior importância nesse período tem sido o BEN. A Figura 1 representa o período de BEN que vacas experimentam durante o início da lactação. Após o parto, ocorre um aumento da exigência de energia para a lactação, que não é acompanhada pela energia obtida a partir da dieta, pois o consumo de matéria seca do animal limita a ingestão de energia. A diferença entre a energia obtida pela dieta e aquela requerida para manutenção e produção de leite, determina o BEN. Para compensar essa diferença, ocorre mobilização de reservas corporais, principalmente de gordura, mas também de proteína da musculatura esquelética (BELL, 1995). Esse quadro de BEN no início da lactação determina baixas concentrações plasmáticas de glicose e insulina e elevadas concentrações de ácidos graxos não esterificados, corpos cetônicos e ureia no sangue. A alteração nesses hormônios e

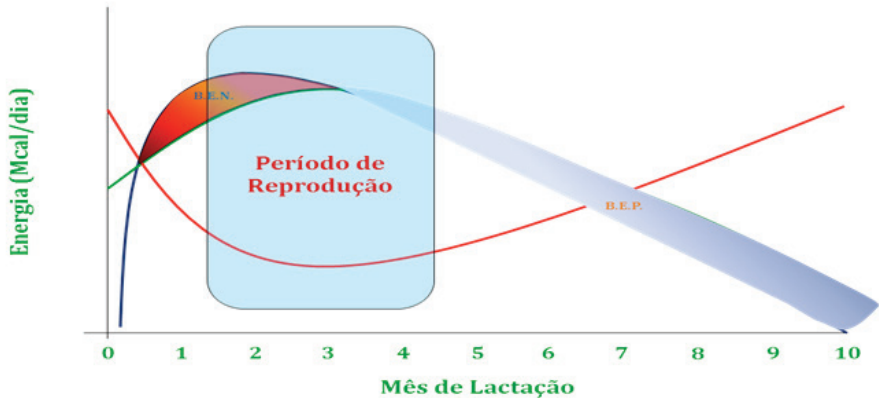
metabólitos irá interferir na composição do fluido folicular e alterar a qualidade dos oócitos e embriões (LEROY et al., 2008). No período de transição, também ocorrem alterações hepáticas em vacas de alta produção. A hipoinsulinemia provoca redução na expressão hepática do receptor do GH, o que causa o desacoplamento do eixo somatotrófico, apesar das elevadas concentrações circulantes de GH no início da lactação. O efeito final é a redução nas concentrações plasmáticas de IGF-I, outra adaptação metabólica para priorizar glicose para a glândula mamária (BUTLER, 2006).



**Figura 1.** Representação esquemática do metabolismo energético durante a lactação de vacas, com a energia requerida para manutenção e lactação, a energia ingerida a partir da dieta e a variação nas reservas energéticas corporais (Adaptado de Kutches, A. Animal Nutrition and Health, Nov-dez, 1983).

Os efeitos do BEN são transitórios, e sua intensidade reduz com a reversão do balanço energético negativo para positivo, com o decorrer da lactação, devido ao aumento do consumo de matéria seca e à redução na produção de leite, após o pico de lactação (BELL, 1995). O problema do BEN é a sobreposição da sua ocorrência com o período ótimo de reprodução (Figura 2). Para garantir um intervalo de partos próximo a 12 meses, as vacas devem ser inseminadas e tornarem-se gestantes entre 45 e 135 dias de lactação (média de 85 dias de período de serviço). Pela Figura 2 observa-se que esse período coincide com o período de reversão do balanço energético negativo para positivo.

## Balço Energético durante a lactação



**Figura 2.** Representação esquemática dos períodos de balanço energético negativo (BEN) e positivo (BEP) durante a lactação, com a sobreposição do período de reprodução ideal (Adaptado de Kutches, A. *Animal Nutrition and Health*, Nov-dez, 1983).

### Consequências do balanço energético negativo para a qualidade do oócito e o desenvolvimento embrionário

Os efeitos da mobilização de reservas corporais e, portanto, do BEN têm sido demonstrados há muito tempo ao avaliar-se o escore da condição corporal (ECC) ou sua variação durante o início da lactação. A variação no ECC tem sido associada a um maior intervalo para a primeira ovulação pós-parto e a uma menor taxa de concepção (STAPLES E THATCHER, 1990). A perda de escore corporal aumenta o risco relativo da ocorrência de mortalidade embrionária. Vacas que perdem 0,5 ponto de ECC após o parto têm chance relativa de morte embrionária 1,84 vezes maior do que vacas que não variam o ECC. Vacas que perdem um ponto de ECC apresentam risco 3,23 vezes maior de apresentarem mortalidade embrionária (SILKE et al., 2002). A redução de fertilidade determinada pela perda de escore corporal é explicada pela variação na concentração de hormônios e metabólitos durante o período de BEN.

Ao avaliar o perfil metabólico do fluido folicular de vacas durante o período de BEN, Leroy et al. (2006) observaram redução nas concentrações

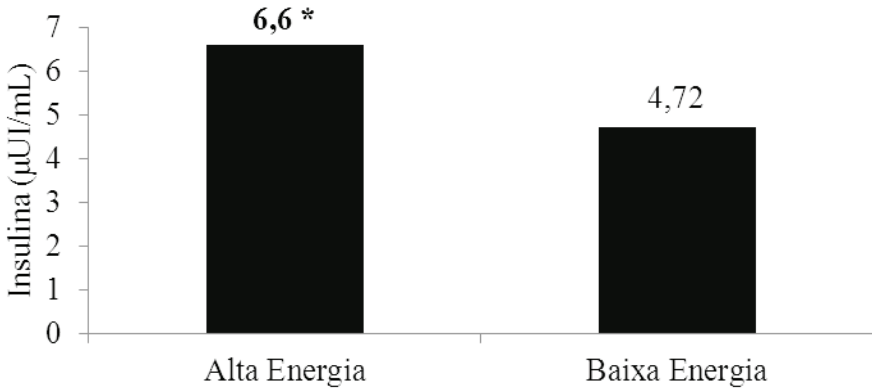


de insulina, glicose e IGF-I e aumento das concentrações de ácidos graxos não esterificados (AGNEs), corpos cetônicos e ureia. A ação da insulina pode acontecer por duas vias, através de funções inespecíficas associadas à saúde e integridade das células foliculares, com estímulo à proliferação e diferenciação celular (DEFRONZO, 2004). Por outro lado, no ovário, a insulina possui ações específicas reconhecidas, como o estímulo à esteroidogênese e proliferação das células da granulosa, afetando, por conseguinte, o desenvolvimento folicular (BOSSAERT et al., 2010). A insulina também estimula a produção e secreção de IGF-I (BUTLER, 2003). O IGF-I amplifica as ações das gonadotrofinas no ovário, especialmente do FSH. Estimula a proliferação e diferenciação das células da granulosa, especialmente durante o processo de seleção do folículo dominante, durante o crescimento folicular (DISKIN et al. 2003).

De forma geral, baixas concentrações plasmáticas e foliculares de insulina, glicose e IGF-I estão associadas à redução da taxa de crescimento folicular, redução da capacidade ovulatória e menor secreção de estrógeno (DISKIN et al., 2003). Segundo Kendrick et al (1999), vacas com melhor balanço energético possuem maiores concentrações intra-foliculares de IGF-1 e maiores concentrações plasmáticas de progesterona, e portanto são animais capazes de produzir oócitos de boa qualidade. No entanto, a restrição energética afeta o crescimento folicular a nível central, interferindo na secreção de gonadotrofinas. Folículos dominantes não atingem a maturação final, devido à ausência de um padrão adequado de secreção de LH, o que pode determinar sua atresia (YAVAS E WALTON, 2000).

Ao avaliar o nível de energia na dieta (alto ou baixo), durante os primeiros 56 dias pós-parto de vacas mestiças 3/4 e 7/8 Holandês x Gir, Carvalho et al. (2014) observaram efeito da dieta sobre as concentrações foliculares de insulina (Figura 3) e IGF-I (Figura 4). O fluido folicular é sensível às variações nas concentrações plasmáticas de insulina e ao nível de energia na dieta. Vacas alimentadas com dieta de baixa energia (1,69 Mcal/kg de MS de energia líquida de lactação) apresentaram menor concentração de insulina no fluido folicular (4,72  $\mu$ UI/mL), enquanto

que vacas alimentadas com dieta de alta energia (1,93 Mcal/kg de MS de energia líquida de lactação) apresentaram maior concentração de insulina no fluido folicular (6,6  $\mu$ UI/mL) (Figura 3). Esses resultados demonstram que a energia da dieta altera a composição do fluido folicular e podem, potencialmente, alterar o desenvolvimento folicular e a qualidade dos oócitos.

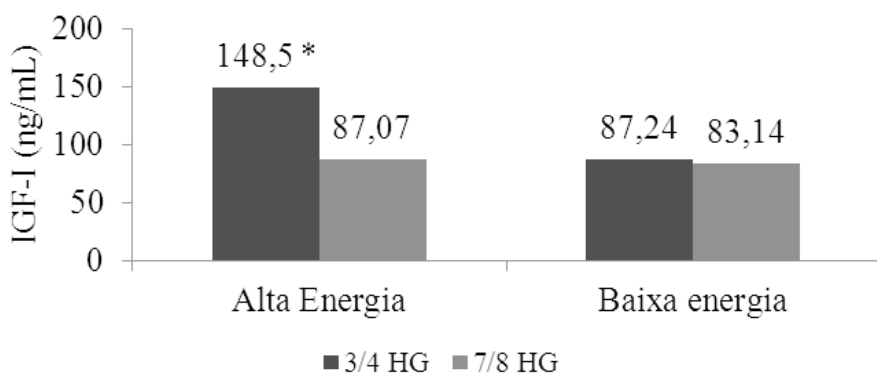


**Figura 3.** Concentrações de insulina no fluido folicular de vacas primíparas mestiças 3/4 e 7/8 Holandês x Gir alimentadas com dieta de alta (1,93 Mcal/kg de MS de energia líquida para lactação), ou baixa energia (1,69 Mcal/kg de MS de energia líquida para lactação), durante os primeiros 56 dias de lactação. (\*representa diferença significativa -  $P < 0,05$ ). Adaptado de Carvalho et al. (2014).

Neste mesmo experimento, observou-se que, para as vacas do cruzamento 3/4 Holandês x Gir, a energia da dieta promoveu redução nas concentrações foliculares de IGF-I (Figura 4). Esse efeito não foi observado para as vacas do cruzamento 7/8 Holandês x Gir. Provavelmente, as vacas 7/8, devido à maior fração genética de Holandês, além de apresentarem maior potencial de produção de leite, podem apresentar menores concentrações foliculares de IGF-I.

O IGF-I é produzido primariamente no fígado, em resposta ao hormônio GH e receptores para IGF-I podem ser localizados na maioria dos tecidos (GARNSWORTHY et al., 2008). Durante o início da lactação, as concentrações plasmáticas de insulina são reduzidas, devido ao desacopla-

mento do eixo somatotrófico. Esse desacoplamento decorre das baixas concentrações de insulina observadas no início da lactação, de forma que não ocorre estímulo necessário para a expressão de receptores do GH no fígado. O resultado final é a não produção de IGF-I. Entretanto, essa situação é revertida quando há aumento nas concentrações plasmáticas de insulina (BUTLER et al., 2003). As concentrações plasmáticas de IGF-I são maiores durante as duas primeiras semanas pós-parto naquelas vacas que ovulam o primeiro folículo dominante do pós-parto do que naquelas que falham em ovular o primeiro folículo dominante (BEAM E BUTLER, 1997), o que demonstra a sua importância para o adequado desenvolvimento folicular e fertilidade de vacas no período pós-parto.



**Figura 4.** Concentrações de fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) no fluido folicular de vacas primíparas mestiças 3/4 e 7/8 Holandês x Gir alimentadas com dieta de alta (1,93 Mcal/kg de MS de energia líquida para lactação), ou baixa energia (1,69 Mcal/kg de MS de energia líquida para lactação), durante os primeiros 56 dias de lactação (\*demonstra diferença significativa ( $P < 0,05$ ). Adaptado de Carvalho et al. (2014).

Durante o BEN, as concentrações de AGNEs encontram-se elevadas, devido à mobilização de reservas corporais (DRACKLEY, 1996). A composição lipídica do fluido folicular é afetada pela concentração de AGNEs no sangue (CHILDS et al., 2008, FOULADI-NASHTA et al., 2009). No hipotálamo e hipófise, os AGNEs atuam como mensageiros metabólicos, afetando a secreção de gonadotrofinas (CANFIELD E BUTLER, 1990). *In vitro*, concentrações de AGNEs similares àsquelas presentes no fluido folicular de vacas em BEN exercem efeito negativo sobre a viabilidade

e função de células da granulosa e da teca (LEROY et al., 2006; VANHOLDER et al., 2006). Ainda, observou-se efeito negativo da adição de diferentes ácidos graxos sobre a maturação de oócitos *in vitro* em concentrações semelhantes às observadas no fluido folicular de vacas em BEN, com redução das taxas de clivagem e de produção de blastocistos (LEROY et al., 2005). A sobrevivência embrionária também pode ser afetada pelos ácidos graxos, que reduzem a qualidade embrionária e alteram a expressão de genes no endométrio (WATHES et al., 2009; ABAYASEKARA E WATHES, 1999).

Ainda, durante o período de BEN e no início da lactação, podem ser observadas elevadas concentrações de ureia no plasma e fluido folicular. Essas elevadas concentrações afetam a qualidade do oócito (LEROY et al., 2006), bem como a viabilidade embrionária no útero (RHOADS et al., 2006).

O efeito das concentrações plasmáticas de ureia sobre a qualidade de oócitos foi avaliado por Carvalheira (2015). Avaliou-se o efeito de dietas com proporções decrescentes de proteína degradável no rúmen (PDR) e crescentes de proteína não degradável no rúmen (PNDR) sobre a concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP), no fluido folicular (NUF) e o número e viabilidade de oócitos de vacas mestiças em lactação (Tabela 1). De forma geral, o aumento da proporção de PDR resultou em maiores concentrações de NUP e NUF, as quais não afetaram o número de oócitos viáveis, mas determinou menor taxa de viabilidade. Esses resultados demonstram como elevadas concentrações de ureia afetam adversamente a qualidade do oócito.

Como consequência do BEN e do metabolismo do animal, são produzidos oócitos de menor qualidade, que originam embriões também de baixa qualidade (LEROY et al., 2006), os quais são menos competentes em estabelecer e manter uma gestação. Assim, maiores perdas gestacionais também são observadas, na forma de mortes embrionárias.

**Tabela 1.** Efeito de diferentes relações entre proteína degradável no rúmen e proteína não degradável no rúmen (PDR:PNDR) sobre a concentração de nitrogênio ureico plasmático e folicular e sobre o número e taxa de oócitos viáveis de vacas mestiças em lactação.

Variável	PDR:PNDR*			
	1,68	1,31	1,08	0,83
Nitrogênio ureico plasmático, mg/dL	31,6 ± 8,45 <sup>A</sup>	27,16 ± 4,49 <sup>B</sup>	23,56 ± 5,09 <sup>C</sup>	19,13 ± 4,87 <sup>D</sup>
Nitrogênio ureico folicular, mg/dL	25,44 ± 8,91 <sup>A</sup>	22,09 ± 5,17 <sup>AB</sup>	18,85 ± 5,83 <sup>B</sup>	17,66 ± 12,32 <sup>B</sup>
Número de oócitos viáveis	1,25 ± 2,28	2,80 ± 3,17	2,00 ± 2,51	3,25 ± 4,27
Taxa de oócitos viáveis (%)	39,47% <sup>V</sup> (30/76)	51,38% <sup>XY</sup> (56/109)	54,35% <sup>XY</sup> (50/92)	62,7% <sup>X</sup> (79/126)

<sup>A, B</sup> Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas, diferem pelo teste t de Student (P<0,05).

<sup>X, Y</sup> Taxas, na mesma linha, seguidas de letras distintas, diferem pelo teste esato de Fisher (P<0,05).

\*PDR:PNDR 1,68: 15,4% PB, 62,7% PDR, 37,3% PNDR; PDR:PNDR 1,31: 13,6% PB, 56,7% PDR, 43,3% PNDR; PDR:PNDR 1,08: 13% PB, 52% PDR, 48% PNDR; PDR:PNDR 0,83: 12,4% PB, 45,4% PDR, 54,6% PNDR. Adaptado de Carvalheira et al. (2015).

## Distúrbios metabólicos no período de transição e fertilidade

A ocorrência de distúrbios metabólicos no período de transição como retenção de placenta, hipocalcemia, cetose, síndrome do fígado gorduroso, deslocamento de abomaso, bem como processos infecciosos como metrites e mastites puerperais têm sido associados com redução da fertilidade em vacas leiteiras. A ocorrência de uma ou mais afecções clínicas durante o início da lactação determina maior período para o primeiro cio no pós-parto e menor taxa de concepção após a inseminação (SANTOS et al., 2010). A ocorrência de qualquer distúrbio metabólico está associada com uma redução no consumo de matéria seca, acompanhada por aumento da mobilização de reservas corporais. O resultado final são concentrações plasmáticas mais elevadas de AGNEs e menores concentrações de glicose e insulina. Como descrito anteriormente, esse ambiente metabólico alterado é prejudicial à qualidade dos oócitos.

A hipocalcemia subclínica tem sido uma das doenças metabólicas estudadas com mais destaque nos últimos anos e tem sido associada à imunossupressão no pré-parto, predispondo a vaca a outras doenças metabólicas como distocia, retenção de placenta, metrites, deslocamento de abomaso e cetose. A associação da hipocalcemia subclínica com a

retenção de placenta parece estar relacionada à imunossupressão, uma vez que, a atividade de leucócitos é altamente dependente de cálcio. Kimura et al. (2006) demonstraram que a hipocalcemia reduz a liberação intracelular de cálcio em monócitos. A sinalização intracelular de cálcio é crítica para a ativação e função das células imunes.

A retenção de placenta é uma afecção de incidência altamente variável em rebanhos leiteiros, caracterizada pela não expulsão da placenta após as primeiras 12 ou 24 horas após o parto (McNAUGHTON E MURRAY, 2009). Existem diversos fatores de risco associados à retenção de placenta, como a indução do parto, gestações curtas, aborto, partos gemelares, distocia, cesariana, ação de agentes infecciosos e deficiências nutricionais de vitamina E, selênio e caroteno (LEBLANC, 2008; BEAGLEY et al., 2010). Apesar dos mecanismos locais que determinam a retenção de placenta ainda não estarem bem estabelecidos (KAMEMORI et al., 2011), um dos eventos chave é a quebra apropriada da ligação entre carúnculas e cotilédones (LEBLANC, 2008). Recentemente, outros fatores como elevadas concentrações de AGNEs, B-OH-butirato e a ocorrência de hipocalcemia subclínica têm sido associados como fatores de risco para a retenção de placenta. Apesar da identificação dos fatores de risco, a maioria dos estudos baseia-se em dados epidemiológicos de caráter retrospectivo. Isso dificulta a elucidação dos mecanismos pelos quais esses fatores agem. Considerando o caráter complexo do processo de maturação e destacamento normal da placenta, que envolve diversos hormônios e mudanças bioquímicas, acredita-se que a interrupção de um ou mais eventos fisiológicos deste processo possa provocar a retenção de placenta (BEAGLEY et al., 2010).

A ocorrência de infecções uterinas no início da lactação é elevada e apresenta grande impacto, como redução na produção de leite, aumento no tempo para a primeira inseminação pós-parto, aumento no número de serviços por concepção, aumento da taxa de descarte, além dos custos com tratamento. Atualmente, a ocorrência de infecções uterinas, principalmente as metrites puerperais, que ocorrem nos primeiros sete a 10 dias pós-parto tem sido associados à redução da resposta imune da vaca

periparturiente. Essa depressão na resposta imune tem sido associada à redução do consumo de matéria seca no pré-parto, ao BEN mais acentuado no início da lactação e a maiores concentrações circulantes de AGNEs e B-OH-butirato. Galvão et al. (2010) observaram que vacas que desenvolvem metrite e, posteriormente endometrite subclínica apresentam, no pós-parto inicial, maiores concentrações plasmáticas de AGNEs e B-OH-butirato, além de menor glicogênio intracelular nos neutrófilos. Essas alterações são muito semelhantes às observadas em vacas com retenção de placenta que, inclusive, é um dos principais fatores predisponentes para a ocorrência de infecções uterinas (LEBLANC, 2006).

Vargas (2015) avaliou os efeitos da ocorrência de metrite clínica sobre o escore da condição corporal e o perfil metabólico de vacas da raça Holandês. O escore da condição corporal de vacas com metrite foi maior ( $P<0,0001$ ) do que aquele de vacas sadias. Vacas com metrite apresentaram maiores concentrações plasmáticas de AGNEs e ureia do que as vacas que não apresentaram metrite (Tabela 2). Não se observou efeito significativo da ocorrência de metrite nas concentrações plasmáticas de glicose (Tabela 1). Os resultados apresentados demonstram que o elevado ECC é um fator de risco para a ocorrência de metrites, pois determina um menor consumo de matéria e maior mobilização de reservas corporais (GARNSWORTHY et al., 2008). Atualmente, recomenda-se escore corporal ao parto de 3,0 a 3,25 em vacas da raça Holandês de alta produção.

**Tabela 2.** Escore da condição corporal (ECC), concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados (AGNEs), glicose e ureia, durante as primeiras sete semanas de lactação, de vacas Holandês com ocorrência clínica ou não de metrite (média  $\pm$  e.p.m.).

Variável	Metrite	Sem Metrite	Valor de P		
			Metrite (M)	Semana (S)	M*S
ECC	3,29 $\pm$ 0,02	3,14 $\pm$ 0,02	< 0,0001	0,2097	0,8163
ÁGNE (mmol/L)	1,87 $\pm$ 0,03	1,74 $\pm$ 0,03	0,0076	< 0,0001	0,3002
Glicose (mg/dL)	58,37 $\pm$ 0,98	58,7 $\pm$ 0,92	0,8030	< 0,0001	0,2781
Ureia (mg/dL)	29,1 $\pm$ 0,68	26,29 $\pm$ 0,64	0,0035	< 0,0001	0,1443

Adaptado de Vargas (2015).

Overton e Waldron (2004) demonstraram uma relação clara entre doenças uterinas e função imune, substancialmente associada ao metabolis-

mo energético e a nutrição periparto. Vacas que apresentaram infecção uterina no pós-parto foram aquelas que apresentaram menor consumo de matéria seca no período de transição (HAMMON et al., 2006). Corroborando esses achados, foi demonstrada forte correlação entre a ocorrência de metrite e o consumo de matéria seca de duas a três semanas antes da sua detecção, com reduções de consumo que podem variar de 1 a 6 kg de matéria seca por dia (HUZZEY et al., 2007). O menor consumo de matéria seca está associado à maior mobilização de reservas corporais, que determinam concentrações plasmáticas mais elevadas de AGNEs e reduzida atividade de neutrófilos (HAMMON et al., 2006; OSPINA et al., 2010; CHAPINAL et al., 2011).

## **Uso de dispositivos eletrônicos para o monitoramento individual de vacas leiteiras**

A automação e aplicação de conceitos de precisão na agricultura vêm sendo aplicados à pecuária leiteira. A pecuária de precisão pode ser definida como o uso de tecnologias para mensurar indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais dos animais, de forma individualizada. A tecnologia torna-se importante, pois a individualização dos animais em grandes rebanhos é difícil pelo homem, mas não por sistemas eletrônicos, com o uso de sensores. A geração de dados individualizados das vacas do rebanho é prática que vem sendo desenvolvida desde a década de 1980 em sistemas de produção nos Estados Unidos e outros países da Europa. Os dois exemplos mais comuns são os sistemas automatizados de ordenha e o uso de pedômetros. O desenvolvimento desses sistemas deu-se, em parte, pela redução da disponibilidade de mão de obra rural e ao aumento de seu custo (RUTTEN et al., 2013). Sistemas intensivos de produção de leite são caracterizados atualmente por uma alta relação vaca:homem.

Sistemas automatizados de ordenha registram automaticamente a produção e características do leite, como a condutividade elétrica, que é um indicador da ocorrência de mastite. Ainda, pedômetros interligados por radiofrequência a uma base transmitem dados sobre a movimentação/atividade de vacas e fornecem informações sobre cio ou doenças.



*Softwares* registram a movimentação dos animais e alertas são gerados para que as vacas sejam examinadas quando alterações no comportamento são registradas (RUTTEN et al., 2013). Recentemente, novos sensores vêm sendo utilizados para o monitoramento da atividade física de vacas leiteiras para predição da ocorrência de cios. Acelerômetros vêm sendo utilizados como sensores de atividade em colares colocados no pescoço das vacas. Esses novos aparelhos possuem maior capacidade de armazenamento e a transmissão dos dados ocorre via *bluetooth*, após a passagem dos animais por cortinas de leitura (AUNGIER et al., 2015). A transmissão dos dados por radiofrequência, apenas após a ativação por sensores de leitura, tem permitido o aumento da vida útil da bateria dos equipamentos, que pode chegar a durar cinco anos. Ainda, a utilização desses novos equipamentos não está restrita a uma área com cobertura de antenas para captação do sinal de transmissão por radiofrequência. Dessa forma, já é possível utilizar esses equipamentos para o monitoramento de vacas a pasto, uma vez que os dados podem ser transmitidos no momento das ordenhas.

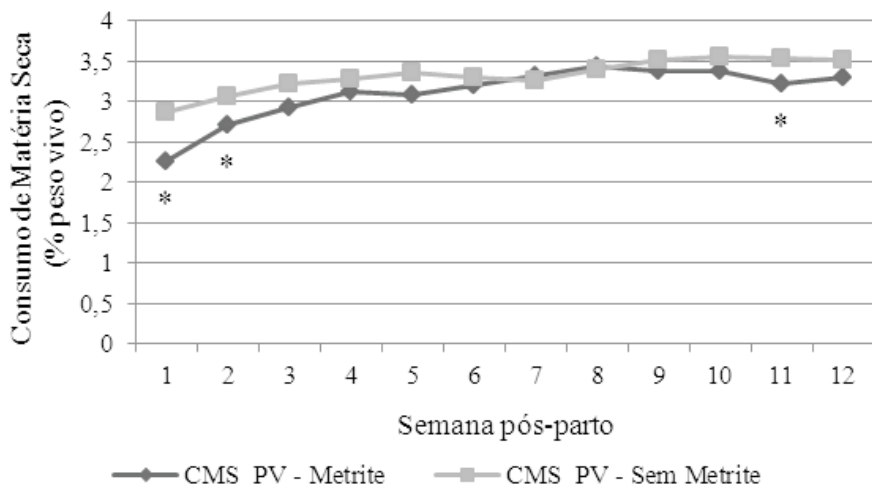
A avaliação automatizada do ECC também é uma ferramenta de pecuária de precisão que vem sendo desenvolvida (AZZARO et al., 2011; BEWLEY et al. 2008; OZKAYA E BOZKURT, 2008; HALACHMI et al., 2008). O ECC, apesar de ser uma ferramenta de grande importância para o manejo de vacas leiteiras, tem sido pouco utilizado, possivelmente em decorrência de sua mensuração subjetiva, tornando necessário um avaliador treinado para que haja consistência na avaliação (AZZARO et al., 2011). Com o objetivo de superar a subjetividade e possibilitar aplicação mais ampla dessa ferramenta nos sistemas de produção de leite, diversos grupos de pesquisa têm desenvolvido ações para a avaliação automatizada do ECC, utilizando recursos de computação gráfica (AZZARO et al., 2011; BEWLEY et al. 2008; OZKAYA E BOZKURT, 2008; HALACHMI et al., 2008). Nesse contexto, atualmente já existem dispositivos eletrônicos para avaliação automatizada do escore corporal disponíveis no mercado. Já existem inclusive aplicativos para *smartphones* com essa funcionalidade. A Embrapa Gado de Leite está em processo de desenvolvimento de um *software* e de um aplicativo para

*smartphones* para a avaliação automatizada do escore da condição corporal. O e-Score processará digitalmente imagens e as avaliará com base em seu conteúdo e permitirá a avaliação do escore corporal de vacas de diferentes raças leiteiras.

A Embrapa Gado de Leite vem conduzindo outros experimentos em pecuária de precisão, com o uso de um sistema de automação com tecnologia nacional (Intergado®, Seva Engenharia Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil). Esse sistema é composto por cochos e bebedouros eletrônicos, sobre células de carga, que pesam constantemente os alimentos e a água. Associado aos cochos e bebedouros eletrônicos, os animais recebem brinco com chip eletrônico TAG (FDX - ISO 11784/11785; Allflex, Joinville, SC, Brasil), que possibilita a identificação eletrônica pelos equipamentos. Esse sistema já foi validado por Chizzoti et al. (2015), e é usado para monitorar o comportamento alimentar, o consumo de alimento e de água pelos animais, bem como o peso corporal. Desta forma, quando o animal acessa o cocho, o sistema imediatamente registra o consumo alimentar e ingestão de água. Em uma avaliação realizada com 18 vacas da raça Holandês, nove mantiveram-se sadias durante as primeiras 12 semanas de lactação enquanto nove apresentaram casos clínicos de metrite, em média, aos 13 dias pós-parto. Foi utilizada uma proporção de 1,5 vacas por cocho e nove vacas por bebedouro. A partir dos registros de entrada e saída dos animais dos cochos e do registro de peso dos cochos pelas células de carga, foram avaliados o consumo de matéria seca (MS), a ingestão de água, o consumo de matéria seca por visita ao cocho eletrônico, o tempo em ingestão (min.), o número de visitas com ingestão e a taxa de consumo de alimentos (g/min). Vacas que apresentaram metrite no pós-parto produziram em média 1,42 litros de leite a menos ( $P < 0,0001$ ) do que aquelas saudáveis ( $29,79 \pm 0,11$  e  $31,21 \pm 0,11$  litros/dia, respectivamente) durante as primeiras 12 semanas de lactação. Esses dados estão de acordo com o relato de Huzzey et al. (2007), que também observou redução da produção de leite em vacas com metrite.

O consumo de MS (kg/dia) foi afetado pela interação ( $P < 0,0001$ ) entre a ocorrência de metrite e semana pós-parto. Vacas com metrite tive-

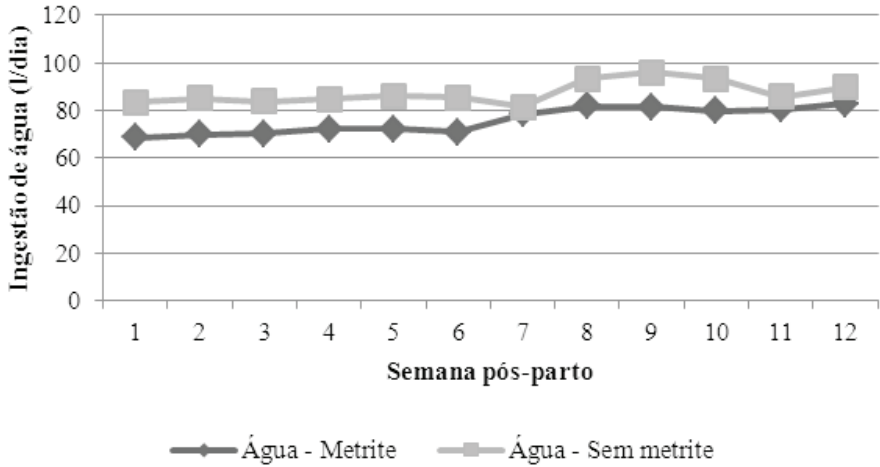
ram consumo de MS de  $18,65 \pm 0,1$  kg/dia comparado com ingestão média de  $20,65 \pm 0,11$  kg/dia das vacas sem metrite. As vacas que desenvolveram metrite tiveram menor consumo de matéria seca (kg/dia) na 1ª, 2ª, 3ª, 5ª, 11ª e 12ª semanas pós-parto, em relação às vacas saudáveis. Com relação ao consumo de matéria seca (%PV), também se observou interação entre a ocorrência de metrite e a semana pós-parto ( $P < 0,0001$ ). Vacas com metrite apresentaram menor consumo de matéria seca (%PV) na primeira, segunda e 11ª semanas pós-parto (Figura 5). Ao avaliar o consumo nos períodos pré e pós-parto, Hammon et al. (2006) relataram menor consumo de matéria seca (4,4 kg a menos) já duas semanas antes do parto nas vacas que desenvolveram metrite após o parto. Esses relatos demonstram que a ocorrência de infecções uterinas está intimamente associada ao consumo de alimentos e mobilização de reservas corporais, como já descrito (Tabela 2).



**Figura 5.** Consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo, durante as primeiras 12 semanas de lactação, de vacas Holandês com ocorrência clínica ou não de metrite (\*Diferenças significativas para a interação metrite x semana -  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey) (Adaptado de Vargas, 2015).

Com relação à ingestão de água, observou-se efeito ( $P < 0,0001$ ) da ocorrência de metrite e da semana pós-parto. Vacas com metrite apresentaram menor ingestão de água ( $75,74 \pm 0,64$  litros), quando com-

paradas àquelas saudáveis ( $87,38 \pm 0,11$ ). De forma geral, observou-se aumento da ingestão de água durante a lactação (Figura 6), o que está associado ao aumento na produção de leite e do consumo de matéria seca durante a lactação.

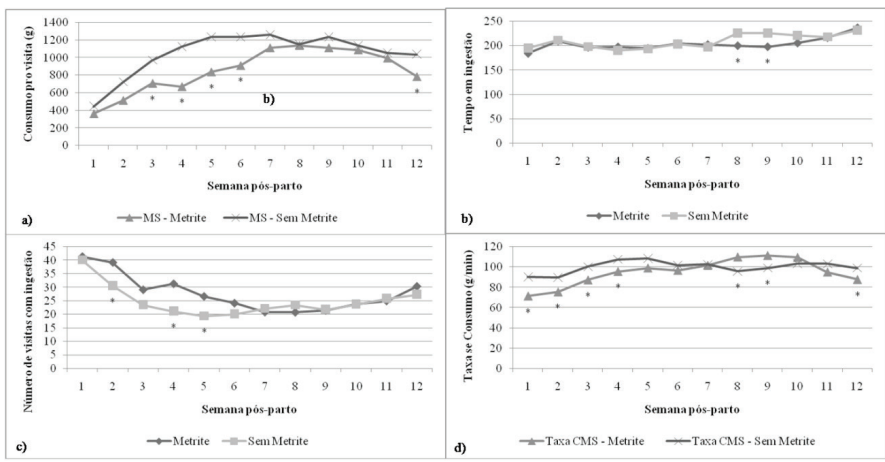


**Figura 6.** Ingestão de água, durante as primeiras 12 semanas de lactação, de vacas Holandês com ocorrência clínica ou não de metrite (Adaptado de Vargas, 2015).

Com relação ao comportamento ingestivo, avaliado pelos equipamentos eletrônicos, observou-se que vacas com metrite realizaram  $27,81 \pm 0,35$  visitas aos cochos, em média, por dia. A cada visita, o consumo foi matéria seca foi  $854,4 \pm 13,13$  g de matéria seca por visita. Vacas com metrite visitaram mais vezes os cochos eletrônicos na segunda, quarta e quinta semanas pós-parto, enquanto que o consumo por visita destes animais foi menor da terceira a sexta semanas pós-parto (Figura 7) quando comparadas às vacas sadias. Vale ressaltar que o número de visitas representa o número de vezes que o animal acessou o cocho eletrônico e não o número de refeições que o animal realizou, a qual é composta por várias visitas em um curto espaço de tempo.

O tempo que as vacas permaneceram no cocho ingerindo alimentos não variou entre vacas com e sem metrite nas primeiras sete semanas pós-parto (Figura 7). Entretanto, a taxa de consumo de matéria seca (g/min)

foi menor durante as quatro primeiras semanas de lactação nas vacas com metrite (VARGAS, 2015). Esses resultados são semelhantes aos observados por Urton et al. (2005), em que vacas diagnosticadas com metrite tiveram menor tempo de ingestão de alimento após o parto.



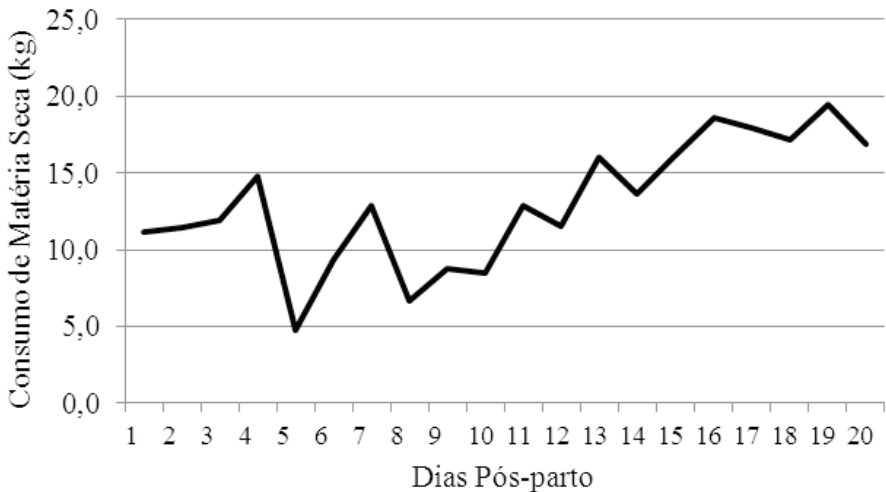
**Figura 7.** Comportamento ingestivo durante as primeiras 12 semanas de lactação, de vacas Holandês com ocorrência clínica ou não de metrite. a) Consumo de matéria seca por visita ao cocho eletrônico; b) Tempo em ingestão; c) Número de visitas com ingestão; d) Taxa de consumo de alimentos (g/min). (\*Diferenças significativas para a interação metrite x semana -  $P < 0,05$ , pelo teste de Tukey) (adaptado de Vargas, 2015).

Quando se analisam os dados em conjunto, observa-se que a ocorrência de metrite (que ocorreu em médias aos 13 dias pós-parto) reduziu o apetite dos animais, que permaneceram o mesmo tempo no cocho ingerindo alimento, mas com uma reduzida taxa de consumo, o que culminou no menor consumo de matéria seca por visita ao cocho. O número de visitas com ingestão também reflete esta redução do apetite, uma vez que as vacas com metrite realizaram um maior número de visitas com ingestão (Figura 7) (VARGAS, 2015). Similarmente, ao comparar o tempo despendido na alimentação, Von Keyserlingk e Weary (2010) também observaram diferença nos animais com metrite, que passaram menos tempo se alimentando do que as vacas sadias, tanto antes como após o parto.

Um dos objetivos do projeto conduzido na Embrapa Gado de Leite é de-

envolver indicadores fisiológicos e comportamentais a partir de dados gerados pelos cochos eletrônicos. Esses indicadores poderão ser usados como referência do comportamento ingestivo de vacas e poderão ser utilizados para o desenvolvimento de softwares que monitorem os animais individualmente e criem alertas para quando um animal apresentar consumo fora de sua margem de variação esperada. A partir destes alertas, os animais poderão ser direcionados para exames clínicos, como uma estratégia de antecipar o diagnóstico de doenças no início da lactação.

Como forma de demonstrar a aplicabilidade destes resultados, foram avaliados o consumo de duas vacas da raça Holandês com afecções clínicas no pós-parto. A ocorrência de um caso de metrite clínica diagnosticado aos 10 dias de lactação, quando iniciou-se o tratamento à base de antibioticoterapia sistêmica, está representado na Figura 8 (CARVALHO et al., 2014). Ao avaliar o consumo de matéria seca, observa-se que o quadro infeccioso pode ter se instalado dois dias antes do diagnóstico, quando houve redução considerável no consumo de alimentos. Por outro lado, após o tratamento, observa-se um aumento gradual do consumo, o que demonstra a recuperação do animal.



**Figura 8.** Consumo de matéria seca de uma vaca diagnosticada com metrite aos 10 dias pós-parto (seta), quando foi iniciado tratamento à base de antibioticoterapia (Carvalho et al. 2014 – leite Integral).

Outro exemplo que pode ser dado é o caso clínico de uma vaca, diagnosticada com deslocamento de abomaso ao nove dias de lactação e tratada cirurgicamente no 11º dia pós-parto. Após a cirurgia, o animal apresentou pronto reestabelecimento no consumo de alimentos (CARVALHO et al., 2014). Apesar do diagnóstico aos nove dias, a vaca apresentou redução gradual do consumo de alimentos, a partir de quatro dias de lactação, quando provavelmente iniciou-se o deslocamento do abomaso.

## Considerações finais

Mesmo com os inúmeros estudos e progressos já realizados sobre os eventos que ocorrem no período de transição e a fisiologia reprodutiva em vacas de leite, ainda se faz necessário uma maior compreensão dos fatores envolvidos na interação entre reprodução, nutrição e saúde e como esses fatores afetam o desempenho reprodutivo. O advento de novas ferramentas de pesquisa, em especial na área de biotecnologia, bem como a utilização de novas abordagens dentro da pecuária de precisão devem resultar em aumento do conhecimento com conseqüente manutenção de melhores índices reprodutivos em rebanhos de alta produtividade.

## Referencias

ABAYASEKARA, D.R.E; WATHES, D.C. Effects of altering dietary fatty acid composition on prostaglandin synthesis and fertility. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v. 61(5), p. 275-287, 1999.

AUNGIER, S. P. M.; ROCHE, J. F.; DUFFY, P. et al. The relationship between activity clusters detected by an automatic activity monitor and endocrine changes during the periestrous period in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1666-1684, 2015.

AZZARO, G.; CASCCAMO, M.; FERGUSON, J. D. et al. Objective estimation of body condition score by modeling cow body shape from digital images. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2126-2137, 2011.

---

BAUMAN, D. E. e CURRIE, W.B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v. 62, p. 1514-1528, 1980.

BEAGLEY, J.C., WHITMAN, K.J., BAPTISTE, K.E. et al. Physiology and Treatment of Retained Fetal Membranes in Cattle. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, p. 261–268, 2010.

BEAM, S. W. e BUTLER, W. R. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation post-partum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. **Biology of Reproduction**. v. 56, p. 133–142, 1997.

BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science*, v. 73, p. 2804–2819. 1995.

BEWLEY, J. M.; PEACOCK, A. M.; LEWIS, O. et al. Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 3439-34353, 2008

BOSSAERT, P.; LEROY, J. L. M. R.; DE VliegHER, S. et al. Interrelations between glucose-induced insulin response, metabolic indicators and time of first ovulation in high-yielding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 3363-3371, 2010.

BRITT, J. H. Influence of nutrition and weight loss on reproduction and early embryonic death in cattle. In: **Proceedings of XVII World Buiatric Congress**, p. 143–149, 1992.

BUTLER W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 60, p.449-457, 2000.

BUTLER, S. T., PELTON, S. H., & BUTLER, W. R. Energy balance, metabolic status, and the first postpartum ovarian follicle wave in cows administered propylene glycol. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 2938-2951. 2006.



BUTLER, W. R. Produção de leite, balanço energético negativo e fertilidade em vacas leiteiras. In: XII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos. **Anais...** Uberlândia: Conapec Jr., p. 26-36, 2008.

CANFIELD, R. W.; BUTLER, W. R. Energy balance and pulsatile luteinizing hormone in early postpartum dairy cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 7, p. 323-330, 1990.

CARVALHEIRA, L. R. **Efeito de dieta com diferentes níveis de proteína degradável e não degradável no rúmen sobre características do folículo dominante e na qualidade de oócitos de vacas Girolando (*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*) em lactação.** 2015. 71 fl. Dissertação (Mestrado em Clínica e Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Federal Fluminense, Niterói.

CARVALHO, B. C.; OLIVEIRA, V. M.; PIRES, M. F. A. et al. Manejo Reprodutivo. In: Auad, A. M.; Santos, A. M. B.; Carneiro, A. V. et al. **Manual de Bovinocultura de Leite.** Brasília: LK Editora; Belo Horizonte: Senar-AR/MG; Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. p.85-121. 2010

CARVALHO, B. C.; SANTOS, G. B.; BRANDÃO, F. Z. et al. Follicular concentration of IGF-I and insulin in the postpartum of Girolando cross-bred cows. *Animal Reproduction*, v. 11, p. 451 (Proceedings 28<sup>th</sup> Annual meeting of Brazilian Embryo Transfer Society)

CARVALHO, B. C.; MACHADO, F. S.; PIRES, M. F. A.; CAMPOS, M. M.; VARGAS, M. W. **Pecuária de precisão: pesquisa em saúde e comportamento alimentar.** Revista Leite Integral. São Paulo: n.68. p. 68-72. 2014.

CHAPINAL, N., CARSON, M., DUFFIELD, T.F., et al. The association of serum metabolites with clinical disease during the transition period. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 4897–4903, 2011.

CHILDS S.; HENNESSY A. A.; SREENAN, J. M. et al. Effect of level of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on systemic and

tissue fatty acid concentrations and on selected reproductive variables in cattle. **Theriogenology**, v. 70, p. 595-611, 2008.

CHIZZOTI, M.L., MACHADO, F.S., VALENTE, E.E.L., PEREIRA, L.G.R., CAMPOS, M.M., TOMICH, T.R., COELHO S.G., RIBAS M.N. Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1–5. 2015.

DEFRONZO, R. A. Pathogenesis of type-2 diabetes mellitus. **Med. Clin. North Am.**, v. 88, p. 787-835, 2004.

DISKIN, A. G. et al. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 345-370, 2003.

DOBSON, H., SMITH, R., ROYAL, M., KNIGHT, C., SHELDON, I., The high-producing dairy cow and its reproductive performance. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 42 (Suppl. 2), p. 17–23. 2007.

DRACKLEY, J.K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2259-2273. 1999.

FOULADI-NASHTA A. A.; WONNACOTT, K. E.; GUTIERREZ C. G. et al. Oocyte quality in lactating dairy cows fed on high levels of n-3 and n-6 fatty acids. **Reproduction**, v. 138, p. 771-781, 2009.

GALVÃO, K. N., M. B. J. F. FLAMINIO, S. B. BRITTIN, R. SPER, M. FRAGA, L. CAIXETA, A. RICCI, C. L. GUARD, W. R. BUTLER, AND R. O. GILBERT. Association between uterine disease and indicators of neutrophil and systemic energy status in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p.2926–2937, 2010.

GARNSWORTHY, P.C., SINCLAIR, K.D., WEBB, R. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. **Animal**, v. 2, 1144–1152. 2008.

---

HALACHMI I, P.POLAK, D.ROBERTS, M.KLOPCIC. Cow body shape and automation of scoring BCS. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4444–4451. 2008.

HAMMON, D. S., EVJEN, I. M.; DHIMAN, T. R.; GOFF, J. P. & WALTERS, J. L. Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. **Veterinary Immunology Immunopathology**. v. 113, p. 21-29. 2006

HUZZEY, J.A., D.M. VEIRA, D.M. WEARY, AND M.A.G. VON KEYSERLINGK. Behavior and intake measures can identify cows at risk for metritis. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 3320-3233. 2007.

Kamemori, Y.; Wakamiva, K.; Nishimura, R. et al. Expression of apoptosis-regulating factors in bovine retains placentae. **Placenta**, v. 32, p. 20-26 , 2011.

KENDRICK K. W. et al. Effects of energy balance on hormones, ovarian activity, and recovered oocytes in lactating holstein cows using transvaginal follicular aspiration. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1731–1741, 1999.

KIMURA, K., GOFF, J.P., KEHRLI JR., M.E. Effects of the presence of the mammary gland on expression of PMN adhesion molecules and myeloperoxidase activity in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2385–2392, 1999.

LEBLANC,S.J.; LISSEMORE, K.D.; KELTON, D.F. et al, Major advances in disease prevention in dairy cattle. **Journal Dairy Sci.**, v. 89, p. 1267-79, 2006.

LEBLANC, S.J. Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: a review. **Veterinary Journal**, v. 176, 102–114, 2008

LEBLANC S. Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. **Journal Reprod Dev.**, v.56, p. S1-7, 2010.

LEROY, J. L. M. R. et al. Non-esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine 117 oocytes in vitro. **Reproduction**, v. 130, p. 485-495, 2005.

LEROY, J. L. M. R. et al. Typical metabolic changes in high producing dairy cows early postpartum and their consequence on oocyte ad embryo quality. **Vlaams Diergeneeskunding Tijdschrift**, v. 75, p. 95-105, 2006.

LEROY JLMR, VAN SOOM A, DE KRUIF A, LEROY, J.L., OPSOMER, G., VAN SOOM, A., GOOVAERTS, I.G.F., BOLS, P.E. Reduced fertility in high-yielding dairy cows: are the oocyte and embryo in danger? Part I. The importance of negative energy balance and altered corpus luteum function to the reduction of oocyte and embryo quality in high-yielding dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, p. 612-622, 2008.

MCNAUGHTON, A.P.; MURRAY, R.D. Structure and function of the bovine fetomaternal unit in relation to the causes of retained fetal membranes. **Veterinary Record**., v. 165, p. 615-22, 2009.

MACMILLAN, K. L. Reproductive Management. In: VAN HORN, H. H. E WILCOX, C. J. (ed.) **Large dairy herd management**. Savoy: American Dairy Science Association, p. 88-98, 1999.

OSPINA, P.A.; NYDAN, D.V.; STOKOL, T. et al. Evaluation of nonesterified fatty acid and beta-hydroxybutyrate in transiuton dairy cattle in the northeastern United States. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 546-554, 2010.

OVERTON, T. R., AND M. R. WALDRON. Nutritional management of transition dairy cows: Strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v.87(Suppl. 13), E105-E119, 2004.

OZKAYA, S. E BOZKURT, Y. The relationship of parameters of body measures and body weight using digital image analysis in pre-slaughter cattle. **Arch. Tierz., Dummerstorf**, v. 51, n. 2, p. 120-128, 2008;

---

RHOADS M. L.; RHOADS, R. P.; GILBERT, R. O. et al. Detrimental effects of high plasma urea nitrogen levels on viability of embryos from lactating dairy cows. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 91, p. 1-10, 2006.

RUTTEN, C. J.; VELTHIUS, A. G. J. STEENEVELD, W AND HOGVEEN, H. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 1928-1952, 2013.

SANTOS, J. E. P.; THATCHER, W. W.; CHEBEL, R. C. et al. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrous synchronization programs. **Animal Reproduction Science**, v. 82-83, p. 513-535, 2004.

SANTOS, J. E. P.; CERRI, R.L.A.; SARTORI, R. Nutritional management of the donor cow. **Theriogenology**, v. 69, p. 88- 97, 2008.

SANTOS, J. E. P. Uso de gordura em dietas de vacas no pé parto e em lactação In: Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos. **Anais...** Uberlândia: 18 E 19 de março de 2010. p. 99-119.

SARTORI, R.; HAUGHIAN, J. M.; SHAVER, R. D. et al. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. **Journal of Dairy Science.**, v. 87, p. 905-920, 2004.

SARTORI, R. et al. Influência da ingestão alimentar na produção de embriões bovinos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35 (Supl 3), p. 869-873, 2007.

SILKE, V.; DISKIN, M.G.; KENNY, D.A. et al. Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 71, p. 1-12, 2002.

STAPLES, C. R., THATCHER, W. W. Relationships between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 938-942, 1990.

TEAGASC. Dairy cow fertility: Reproductive performance for efficient pasture-based systems – International Conference. Cork: Teagasc, 2012. 124 p. Disponível em: <http://www.agresearch.teagasc.ie/moore-park/publications/pdfs/dairycowfertilityconference.pdf>

URTON, G., M. A. G. VON KEYSERLINGK, AND D. M. WEARY. Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2843–2849, 2005.

VANHOLDER, T.; LEROY, J. VAN SOOM, A. et al. Effect of non-esterified fatty acids on bovine theca cell steroidogenesis and proliferation in vitro. **Animal Reproduction Science**, v. 92, p. 51-63, 2006.

VARGAS, M. W. **Avaliação automatizada do comportamento ingestivo de vacas da raça Holandês com metrite puerperal**. 2015. 73 fl. Dissertação (mestrado em Reprodução, sanidade e bem estar animal): Universidade de José do Rosário Vellano – Unifenas, Alfenas.

VASCONCELOS, J.L.M. . Manejo reprodutivo de vacas leiteiras. In: Prof. Ilto José Nunes. (Org.). **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**. 29ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1999, v. , p. 51-70.

VON KEYSERLINGK, M.A.G. AND D.M. WEARY. INVITED REVIEW: Feeding Behaviour of Dairy Cattle: Measures and Applications. **Can. J. of Anim. Sci.** 90:303-309. 2010.

WATHES, D. C.; CHENG, Z.; CHOWDHURY, W. Negative energy balance alters global gene expression and immune responses in the uterus of postpartum dairy cows. **Physiol. Genomics**, v. 39, p. 1-13, 2009.

WILTBANK MC, GUMEN A, SARTORI R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. **Theriogenology**, v. 57, p. 21-52, 2002.

WILTBANK, M. et al. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v. 65, p. 17-29, 2006.

Wiltbank, M. C.; Sartori, R.; Herlihy, M. M. et al. Managing the dominant follicle in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 76, p. 1568-1582, 2011.

Woolaston e Shepherd Improvement of the reproductive performance of Victorian dairy herds. s. l: Gardner Foundation., 69 p. 2012. Disponível em: [http://www.gardinerfoundation.com.au/attachments/Reproduction%20Review\\_Gardiner%20Foundation%202011.pdf](http://www.gardinerfoundation.com.au/attachments/Reproduction%20Review_Gardiner%20Foundation%202011.pdf)

YAVAS Y., WALTON J. S. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: A review. **Theriogenology**, v. 54 p. 1-23, 2000.

## CAPÍTULO 7

### Reaproveitamento de água residuária em sistemas de produção de leite

*Marcelo Henrique Otenio*

#### Água residuária

Entende-se por água residuária, a água descartada após utilização em diversas atividades ou processos. Nos sistemas de produção de leite é gerado grande quantidade de água residuária nas diversas etapas do processo.

As águas residuárias oriundas de sistemas de produção de leite carregam uma quantidade considerável de materiais poluentes que se não forem retirados podem comprometer a qualidade dos corpos de água e do solo.

Em levantamentos realizados por Pereira (1992), uma vaca elimina o equivalente a 9% do seu peso por dia, sendo que 60% de fezes com teor de água de 85%. Esses valores são mais significativos nos sistemas de confinamento, quando uma grande quantidade de animais está gerando resíduos em um espaço muito limitado.

Na Tabela 1, pode-se observar a produção diária de biomassa animal.

**Tabela 1.** Produção diária de dejetos por animal.

<b>Tipo de animal</b>	<b>Média de produção de dejetos (em kg por dia)</b>
Bovinos	10,00
Suínos	2,25
Aviários	0,18
Equinos	10,00

**Fonte:** Sganzerla, (1983). Adaptado por Colatto e Langer (2011).



A agroindústria também é um setor que exige grande utilização da água em todo o processo produtivo, conseqüentemente gera grande quantidade de água residuária com significativa carga de resíduos sólidos, bem como uma elevada carga orgânica. Este efluente oriundo da limpeza/higienização das instalações apresenta alta Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Biológica de Oxigênio (DBO). Estes demandam a busca de soluções de gestão e tratamento que levem, não somente à redução desses resíduos na sua geração, como também o descarte de um efluente mais limpo no meio ambiente, aliando ao reuso da água em diversas aplicações.

O reaproveitamento de águas residuárias é realidade em alguns países, como Israel, no qual 65% do efluente sanitário tratado são utilizados na irrigação agrícola. No México, 45.000 litros/por segundo, de esgoto produzidos na cidade do México são misturados diariamente com água de chuva, sendo a mistura encaminhada por meio de canais a uma distância de 60 km, para irrigação de 80.000 hectares cultivados com cereais e forragens (BERTOCINI, 2008). No caso de Israel, a prática do reuso é planejada e controlada por meio de legislação, e no caso do México, não há tratamento, nem controle da disposição de efluentes sanitários no solo, caracterizando uma situação não recomendável.

Na Austrália, áreas de 600 hectares cultivadas com cana-de-açúcar estão sendo irrigadas com efluentes de tratamento de esgoto. A utilização dos efluentes proporcionou aumento de 45% da produção e 62,5% da produção de açúcar (BERTOCINI, 2008).

O reuso de água consiste no reaproveitamento de determinada água que foi insumo ao desenvolvimento de uma atividade. Este reaproveitamento ocorre a partir do tratamento da água residuária gerada em determinada atividade para ser usada novamente em atividades menos exigentes.

A reutilização de águas residuárias deve ser considerada no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos como um substituto para o uso de águas destinadas a fins agrícolas e de irrigação, entre outros. Deixando as fontes de água de boa qualidade para atividades de

outros usos prioritários, contribuindo para conservação dos recursos hídricos, com a redução da demanda sobre os mananciais de água devido à substituição da água potável por uma água de qualidade inferior.

No Brasil, já existe atividade de reuso de água com fins agrícolas em certas regiões, porém sem controle adequado de impactos ambientais e de saúde pública. Por isso há necessidade de se institucionalizar, regulamentar e promover o setor através da criação de estruturas de gestão, preparação de legislação, disseminação de informação, e do desenvolvimento de tecnologias compatíveis com as nossas condições técnicas, culturais e socioeconômicas.

Diversas pesquisas têm evidenciado a concentração de nutrientes nos dejetos líquidos e sólidos do gado de leite, o esgotamento de recursos naturais e a degradação do meio ambiente está fazendo com que haja uma preocupação forte e constante no desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias de reciclagem de nutrientes, na disposição ambiental correta dos dejetos animais e na reutilização dos resíduos rurais. Um manejo adequado dos resíduos é uma necessidade sanitária, ecológica e econômica.

Em um sistema de produção de leite adequadamente planejado, a quantidade dos resíduos pode ser estimada e usada como recursos de suprimentos, tanto de energia como de fertilizante (HARDOIM et al. 2000).

## **Legislação**

A legislação sobre reuso é muito generalista. E faltam ainda estudos que evidenciem a utilização segura de aplicação de águas residuárias e quais os riscos reais. A Resolução 430/2011 do Comana (BRASIL, 2011) estabelece apenas critérios de qualidade para lançamento nos corpos d'água superficiais mas não estabelece critérios de qualidade para reuso.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou um documento balizador, onde foram classificados os tipos de reuso em diferentes modalidades, de acordo com seus usos e finalidades, a saber (WHO, 1973):

- Reuso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída. Trata-se da forma mais difundida onde a autodepuração do corpo de água é utilizada, muitas vezes sem controle, para degradar os poluentes descartados com o esgoto *in natura*;
- Reuso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável. Exige a concepção e implantação de tecnologias apropriadas de tratamento para adequação da qualidade do efluente à estação à qualidade definida pelo uso requerido; reciclagem interna: é o reuso da água internamente as instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição. É constituído por um sistema em ciclo fechado onde a reposição de água de outra fonte deve-se às perdas e ao consumo de água para manutenção dos processos e operações de tratamento;
- Reuso potável direto: ocorre quando o esgoto recuperado, através de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável. É praticamente inviável devido ao baixo custo de água nas cidades brasileiras, ao elevado custo do tratamento e ao alto risco sanitário associado;
- Reuso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilização como água potável. Compreende o fluxograma onde o tratamento do esgoto é empregado visando adequar a qualidade do efluente à estação aos padrões de emissão e lançamento nos corpos d'água.

Considerando o reuso direto planejado para fins não potáveis, pode-se subdividi-lo nas seguintes modalidades:

- Reuso não potável para fins agrícolas: embora quando se pratica esta modalidade de reuso via de regra haja, como subproduto, recarga do lençol subterrâneo, o objetivo precípuo desta prática é a irrigação de plantios, tais como árvores frutíferas, cereais, etc. e de pastagens e forrações, além de ser aplicável para dessedentação de animais.

- Reuso não potável para fins industriais: abrangem os usos industriais de refrigeração, águas de processo, para utilização em caldeiras, limpeza etc. Pode-se considerar alguns usos comerciais tais como a lavagem de veículos;
- Reuso não potável para fins recreacionais: classificação reservada à irrigação de plantas ornamentais, campos de esportes, parques, gramados e também para enchimento de lagoas ornamentais, recreacionais etc. Em áreas urbanas pode-se considerar ainda a irrigação de parques públicos, áreas ajardinadas, árvores e arbustos ao longo de rodovias, chafarizes e espelhos d'água;
- Reuso não potável para fins domésticos: são considerados aqui os casos de reuso de água para rega de jardins residenciais, para descargas sanitárias e utilização desse tipo de água em grandes edifícios. Pode-se considerar também o reuso para reserva de incêndio, lavagem de automóveis e pisos.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) elaborou um documento, similar a recomendação da OMS, a Resolução 54 CNHR que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso de águas residuárias, no sentido de incentivar o reuso de águas de qualidade inferior e estabelecendo padrões de qualidade dos efluentes para cada qualidade de reuso. Porém esta norma não estabeleceu parâmetros específicos para reuso de água. A Resolução 54, de 28 de novembro de 2005, (BRASIL, 2006) estabelece:

- i) que o reuso de água se constitui em prática de racionalização e de conservação de recursos hídricos;
- ii) a escassez de recursos hídricos observada em certas regiões do território nacional, a qual está relacionada aos aspectos de quantidade e de qualidade;
- iii) a elevação dos custos de tratamento de água em função da degradação de mananciais;
- iv) que a prática de reuso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conservando os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade, e

v) que a prática de reuso de água reduz os custos associados à poluição e contribui para a proteção do meio ambiente e da saúde pública.

Ainda na referida resolução são estabelecidas as seguintes modalidades de reuso:

- I) Reuso para fins urbanos: utilização de água de reuso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- II) Reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- III) reuso para fins ambientais: utilização de água de reuso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- IV) Reuso para fins industriais: utilização de água de reuso em processos, atividades e operações industriais; e,
- V) Reuso na aquicultura: utilização de água de reuso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

## Tratamento

Sempre que a água com a qualidade requerida para determinado uso torna-se um recurso escasso, são buscadas, alternativas de suprimento ou repressão do consumo para que seja restabelecido o equilíbrio oferta/demanda (ORNELAS, 2004). O reuso de água consiste na recuperação de efluentes de modo a utilizá-las em aplicações menos exigentes.

Segundo Medeiros et al. (2008) as maiores vantagens do aproveitamento da água residuária na agricultura, por exemplo, são conservação da água disponível, sua grande disponibilidade, possibilidade do aporte e reciclagem de nutrientes (reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos) além de concorrer para a preservação do meio ambiente.

Dentre as águas utilizadas para reuso é considerável a água residuária de bovinocultura, que possui componentes poluentes em concentrações suficientemente altas para constituírem risco de desequilíbrio ambiental

quando dispostos inadequadamente. Mas a utilização agrícola desse tipo de água residuária surge como alternativa e oportunidade. Neste caso o reuso de água, ou seja, sua utilização na limpeza dos pisos do *free stall*, por exemplo, vai propiciar economia de água nova que deveria ser utilizada para limpeza.

A água residuária, na aplicação no solo, além de conter nutrientes e matéria orgânica, melhora as características químicas, físicas e biológicas deste tendo potencial, ainda, para melhorar a produtividade das culturas (ERTHAL et al., 2010).

Porém para a aplicação das águas residuárias seja na agricultura ou para limpeza hidráulica de instalações de sistemas de produção de leite, é necessário um processo de tratamento para melhor garantia e segurança da aplicação. Este tratamento busca na maioria das vezes uma diminuição de microrganismos patogênicos e endoparasitas, presentes no esterco sem tratamento.

Para a concepção e o dimensionamento de sistemas de tratamento de águas residuárias agroindustriais ou de qualquer outra água residuária, deve-se definir, primeiramente, o objetivo do tratamento, o nível do tratamento que se quer alcançar e a destinação do efluente tratado. Se o objetivo for lançar o efluente em um curso d'água, o sistema deve ser planejado de forma a atender a Legislação Ambiental, ou seja que o lançamento do efluente tratado não venha a alterar a classe de enquadramento do curso d'água. Entretanto, caso a opção final seja a disposição no solo, algumas etapas de tratamento podem ser eliminadas e o sistema de tratamento pode ser simplificado, porém critérios agrônômicos de aplicação deverão, necessariamente, ser considerados.

Todo sistema tratamento inclui um processamento preliminar das águas residuárias, que constitui uma etapa inicial, visando a remoção de grande parte dos sólidos, óleos e graxas. Para isto utiliza-se grades, telas e peneiras, caixas de areia e caixas de gordura. No caso da presença de decantadores primários no sistema de tratamento, caixas de gordura são dispensáveis.

As principais finalidades da remoção dos sólidos são a proteção dos dispositivos de transporte das águas residuárias (bombas e tubulações) e das unidades de tratamento subsequentes. A remoção de óleos e gordura justifica-se para evitar a formação de incrustações nas tubulações e estruturas, além de facilitar o tratamento subsequente da água residuária.

Existem vários métodos de tratamento para águas residuárias:

### **Sistemas anaeróbios**

Esses sistemas são bastante apropriados no tratamento de efluentes com elevadas concentrações de material orgânico, como é o caso das águas residuárias provenientes da atividade pecuária que venham a ser dispostas ou tratadas no solo (MATOS, 2005).

#### ***Filtro anaeróbio***

No sistema de tratamento em filtros anaeróbios, a DBO é estabilizada anaerobiamente por bactérias aderidas em uma coluna de material inerte (geralmente brita Nº 4), que fica acondicionada dentro do reator. O fluxo de líquido a ser tratado ocorre no meio filtrante saturado e no sentido ascendente.

O sistema requer decantação primária (frequentemente fossas sépticas ou tanque de Imhoff) seguida de lagoa facultativa. A inclusão de uma lagoa facultativa no sistema de tratamento justifica-se por apresentar mau odor, concentração muito elevada de nitrogênio, fósforo e sólidos em suspensão. As principais vantagens desse método são boa adaptação aos diferentes tipos e concentrações de águas residuárias e boa resistência às variações de carga orgânica aplicada, o que é muito comum no caso de atividades agroindustriais.

Como principal desvantagem tem-se a insuficiência para atendimento dos padrões de lançamento em corpos d'água receptores, exigindo, eficiente tratamento em nível secundário.

---

## ***Biodigestão***

O Brasil possui um dos maiores rebanhos bovino do mundo, o que gera grandes quantidades de dejetos orgânicos. Para situação inerente a atividade, o biodigestor é uma alternativa para o tratamento desses dejetos, pois além de possibilitar a redução do potencial poluidor, promove a geração do biogás, que pode ser utilizado como fonte de energia e permite a utilização do efluente como biofertilizante.

A produção energética de um biodigestor, é variável em função do tamanho de cada propriedade, variando o dimensionamento do biodigestor em função da quantidade de animais e do sistema de criação de cada propriedade (PEREIRA, 2005).

Podemos considerar que a produção de biogás variando entre 0,5 – 0,7 m<sup>3</sup> biogás/dia por m<sup>3</sup> de biomassa (volume do biodigestor). Se considerar-se um biodigestor com 100 m<sup>3</sup> de volume, este teria potencial para gerar entre 50 – 70 m<sup>3</sup> biogás/dia. Porém, a produção de biogás tem um fator determinante que é o tipo de esterco que será usado para a produção deste. Qualquer material orgânico pode ser utilizado na biodigestão, porém os que apresentam maior rendimento são os de aves e suíno (PEREIRA, 2005; SANTOS, 2013).

Segundo Dalmazo et al. (2009), além da produção de biogás e biofertilizante, o processo de biodigestão proporciona a redução de até 80% da carga orgânica dos dejetos, redução de odores e eliminação de possíveis microrganismos causadores de doenças.

Biodigestores são estruturas projetadas e construídas de modo a produzir a degradação da biomassa residual sem que haja qualquer tipo de contato com o ar. Isso proporciona condições para que alguns tipos especializados de bactérias, altamente consumidoras passem a predominar no meio e, com isso, provoquem uma degradação mais acelerada da matéria orgânica. Os biodigestores recebem efluentes líquidos, em ambiente sem oxigênio propiciando a geração de gases. Devido à ação de microrganismos, a decomposição da matéria gera um gás chamado



Biogás, que fica armazenado na área livre da cúpula do biodigestor. Após, o biogás é canalizado e pode ser utilizado para diversos usos: Processos de aquecimento ou resfriamento e geração de energia elétrica da qual utilize esse combustível (JÚNIOR, 2009).

O fato de o Brasil ser um país com clima tropical torna favorável à ciclos biológicos que promovem a degradação anaeróbia. Tanto em biodiversidade que nutre os detritos quanto às condições climáticas entre si, com temperaturas médias que garantem os processos biológicos. As altas temperaturas praticamente todo o ano e a intensa biodiversidade fazem com que os microrganismos que se alimentam dos detritos atuem continuamente (detritívoros) (JÚNIOR, 2009). Além disso, o processo de biodigestão transforma todas as características dos afluentes que recebe, para que este possa liberar efluente com DBO, ou até mesmo DQO reduzidas; redução do potencial de contaminação microbiológica de até 90%, se acoplado a lagoas de estabilização; produção de efluente final estabilizado, apresentando baixa relação carbono/nitrogênio (10:1), indicando material praticamente inerte e PH entre 6,5 e 7,5 com ausência de cheiro e sem atração de moscas.

### **Sistemas de lagoas de estabilização**

As lagoas de estabilização são unidades especialmente construídas com a finalidade de tratar águas residuárias por meios predominantemente biológicos, isto é, por ação de microrganismos naturalmente presentes no meio. O uso de lagoas de estabilização tem sido frequente para o tratamento de águas residuárias ricas em material orgânico, sendo muito adequadas no caso das agroindustriais. As lagoas de estabilização podem ser construídas de forma simples, escavadas no solo ou formadas por diques de terra, porém deve ter os seus fundos compactados e cobertos com borracha butílica, no caso das anaeróbias, camada de material argiloso, compactado, para evitar a infiltração de águas residuárias no solo e colocar em risco a qualidade das águas subterrâneas (MATOS, 2005).

---

### ***Lagoas facultativas***

Dentre os sistemas de lagoas de estabilização, o processo de lagoas facultativas é o mais simples, dependendo unicamente de fenômenos naturais.

Durante o percurso da água residuária, que demora vários dias, o material orgânico em suspensão (DBO particulada) tende a se sedimentar.

O processo de lagoas facultativas, apesar de apresentar eficiência satisfatória, requer grandes áreas, muitas vezes não disponível na localidade em que se pretende efetuar o tratamento da água residuária. Sendo assim, uma solução é a de uso de sistema de lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas.

### ***Lagoas anaeróbias – lagoas facultativas***

Nas lagoas anaeróbias, os microrganismos transformam o material orgânico em material menos complexo, porém ainda passível de decomposição, o que deve ser feito sob condições aeróbias. Por isso, as lagoas são especialmente indicadas como pré tratamento de águas residuárias, notadamente as que detêm grande carga orgânica, como é o caso da maioria dos efluentes da agroindústria (águas residuárias de criatórios de animais, de abatedouros, de laticínios, etc.). A água residuária bruta entra numa lagoa de menores dimensões e mais profunda (3,0 a 5,0 metros), para a minimizar a penetração de luz solar e, com isso, diminuir a proliferação de algas fotossintetizadoras, privilegiando-se as reações anaeróbias. Em períodos curtos de permanência na lagoa anaeróbia (3 a 5 dias), a decomposição do material orgânico é apenas parcial. Ainda assim, a remoção da DBO alcança 50 a 60%, representa grande diminuição da carga orgânica a ser tratada na lagoa facultativa, situada a jusante e que, dessa forma, pode ter dimensões menores que as necessárias no tratamento de águas residuárias com apenas uma lagoa facultativa (a área total sistema de lagoas anaeróbias-lagoas facultativas é de cerca de 2/3 do necessário para uma lagoa facultativa única).

---

### ***Lagoas aeradas***

Esse sistema é utilizado quando se quer ter um sistema de lagoas de estabilização de menores dimensões e que promova, mais rapidamente, a redução da DBO até o nível requerido, utilizando aeradores mecânicos para fornecimento de oxigênio ao meio líquido. Nessas condições, as bactérias aeróbias, passam a utilizar o ar atmosférico ou de oxigênio puro a principal como fonte de oxigênio para degradarem o material orgânico em suspensão. Os aeradores mecânicos mais comumente utilizados em lagoas aeradas são unidades de eixo vertical que, ao rodarem em alta velocidade, causam um grande turbilhonamento na água. Esse turbilhonamento propicia a penetração do oxigênio atmosférico na massa líquida, onde ele se distribui, passando a constituir o denominado “oxigênio dissolvido”. Com isto, consegue-se maior e mais rápida introdução de oxigênio no meio líquido do que em sistemas que utilizem aeração natural (lagoa facultativa convencional), fazendo com que ocorra a decomposição do material orgânico de forma mais rápida. Para evitar condições limitantes de oxigênio dissolvido no meio líquido.

### **Lodos ativados**

Os sistemas de lodos ativados são constituídos por decantadores primários, seguidos de tanques de aeração de mistura completa e decantadores secundários, sendo o fornecimento de oxigênio feito por aeradores mecânicos ou por sistema de aplicação de ar subaquático, denominado “ar difuso”. O decantador primário tem por função proporcionar a remoção de parte do material orgânico sedimentável e, com isso, diminuir as necessidades de aeração e, obviamente, os gastos de energia no processo (MATOS, 2005).

O princípio básico do sistema de lodos ativados é a recirculação, por bombeamento, dos sólidos (biomassa bacteriana) sedimentados no decantador secundário, com o objetivo de aumentar o tempo de contato das bactérias degradadoras do material orgânico com o líquido. Com isso, os sólidos permanecem por muito mais tempo no sistema aumentando a eficiência dos lodos ativados, já que a biomassa tem tempo su-

ficiente para metabolizar praticamente todo o material orgânico presente nas águas residuárias.

O lodo produzido, constituído basicamente pela biomassa bacteriana desenvolvida no tanque de aeração, deve ser removido periodicamente e estabilizado antes de sua disposição final no ambiente.

## **Fertirrigação**

A fertirrigação é uma técnica de disposição que ocorre após um tratamento das águas residuárias, na qual o objetivo é o aproveitamento dos nutrientes presentes na água residuária para irrigação e fertilização do solo. Nutrientes como nitrogênio, potássio e, principalmente, fósforo são fundamentais no cultivo em solos pobres. O aproveitamento de águas residuárias ricas em nutrientes na fertirrigação de culturas agrícolas possibilita o aumento da produtividade e qualidade dos produtos colhidos, redução da poluição ambiental, além de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo (MATOS, 2005).

A fertirrigação com águas residuárias agroindustriais pode ser feita por sulco, aspersão, gotejamento ou com chorumeiras, sendo a seleção do método de tratamento feita, principalmente, em função da cultura, susceptibilidade a doenças e capacidade de infiltração de água no solo. A fim de evitar possíveis riscos de desenvolvimento de pragas nas folhas ou dispersão de maus odores. Se essas águas forem aplicadas via aspersão, recomenda-se a aplicação de águas residuárias agroindustriais utilizando-se sistemas de irrigação localizada (gotejamento ou micro-aspersão), considerados ideais quando se tem por objetivo minimizar os riscos do desenvolvimento de pragas nas plantas e o impacto ambiental.

A reciclagem total do efluente tratado (biofertilizante), no solo, promove o saneamento ambiental e restitui parte dos nutrientes consumidos pelas culturas, podendo contribuir significativamente para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável nos sistemas de produção de leite. O sistema de tratamento biológico aeróbio proporcionou benefícios de ordem sanitária, pela ausência de mau-cheiro e de moscas no interior e arredor-

res dos tanques de aeração e das instalações dos animais (TORRES et al, 2002).

## **Estado atual de tecnologias para reuso de água**

A pecuária consome grande volume de água gerando resíduos principalmente na limpeza hidráulica dos currais.

Nos sistemas de produção de leite, quando os animais são mantidos em regime de confinamento ou semi-confinamento é preciso avaliar os melhores métodos de tratamento e aproveitamento dos resíduos gerados.

Para o reaproveitamento de água residuárias na agricultura é necessário que o tratamento seja eficaz. A principal vantagem do reuso além da economia de água é a redução de gastos com fertilizantes, com reflexos no aumento da matéria orgânica e a fertilidade dos solos.

É necessária uma avaliação prévia das características microbiológicas e bioquímicas de águas residuárias oriundas de sistemas de criação de animais quando destinadas a irrigação, levando-se em consideração o tipo de cultura, o solo, o sistema de irrigação e a forma em que se consumirá o produto.

## **O caso da Embrapa Gado de Leite**

Uma vaca leiteira (peso médio de 400 kg) produz, diariamente, em excretas o equivalente a 28-32 kg de fezes, estando a produção de fezes + urina na faixa de 38 – 50 kg. Estes resíduos podem se tornar uma oportunidade para o produtor se manejados adequadamente.

A reutilização de águas residuárias da criação de bovinos de leite para limpeza hidráulica de pisos gera redução do consumo de água “limpa”, além de economia significativa de energia elétrica e de mão-de-obra, caracterizado pelo sistema operacional, automação e reciclagem do efluente tratado. Além da questão ambiental que a reutilização da água promove, ocorre também redução de custos tornando a produção mais sustentável econômica e ambientalmente.

Como exemplo pode-se citar o processo de tratamento de dejetos bovinos implantado na fazenda experimental da Embrapa Gado de Leite, relato de estudo de caso para os anos de 2013/2014.

Este sistema opera com aproximadamente 148 animais no verão e 121 animais no inverno, em semi-confinamento. Basicamente neste sistema temos o reuso de água para limpeza hidráulica de pisos e fertirrigação com o efluente tratado após um tempo de reuso de aproximadamente 62 dias no verão e de 96 dias no inverno. Este Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) inclui todo processo de fermentação do biodigestor e o tempo de espera na lagoa de estabilização. Desta lagoa esta água é bombeada duas vezes por dia para limpeza do *free stall*.

O sistema consta de um tanque receptor, onde a água de limpeza hidráulica dos pisos é recebida, homogeneizada com sistema de agitação e bombeada para separador de sólidos tipo rosca sem fim, a parte sólida é separada e reservada em carreta para destino final para compostagem e capineira. Depois da separação a parte líquida vai para um biodigestor modelo canadense, contínuo, com capacidade útil de volume de 1.235,7 m<sup>3</sup>. Após o TRH da digestão anaeróbica o efluente é destinado para uma lagoa de estabilização aberta, com 14 metros de diâmetro, toda operação de bombeamento ocorre com uma bomba elétrica instalada na lateral do tanque.

Neste exemplo, a média de 150 bovinos produzem aproximadamente 7 m<sup>3</sup> de esterco/dia e, desse total, aproximadamente 0,3 m<sup>3</sup> é de material sólido.

A parte líquida que é destinada à cúpula do biodigestor e sofre decomposição da matéria orgânica e produção de gás. O biogás gerado é canalizado e direcionado a um gerador de energia a partir de biogás. A energia elétrica gerada é usada para o funcionamento dos equipamentos utilizados no sistema de produção. A concentração de gás metano produzida pela biodigestão anaeróbia atingiu um pico de 70% no verão a uma temperatura média de 30 °C, sendo a menor concentração de 56%, a aproximadamente, 24 °C.

Depois de decorrido este tempo, com processo humoso adiantado, o esterco líquido pode ser considerado estabilizado. São características do efluente (biofertilizante): ausência de mau-cheiro; pelo desmembramento dos compostos de enxofre e fixação do amoníaco; a cor escura; consistência gelatinosa.

O biofertilizante gerado tem sido utilizado para fertirrigação e experimentalmente avaliando sua aplicação em capinéria de cana-de-açúcar verificou-se que em comparação com utilização de doses de 60 Kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio via ureia a aplicação do biofertilizante propiciou o mesmo crescimento vegetal na mesma dosagem de nitrogênio no efluente aplicado.

Quanto as variáveis acompanhadas de composição do efluente no sistema de biodigestão a Tabela 2 apresenta o perfil destas variáveis físicas e químicas do processo.

**Tabela 2.** Avaliação e comparação do processo de funcionamento do biodigestor em relação aos parâmetros físicos e químicos analisados, antes e após o processo de fermentação anaeróbia, em mg/L.

Parâmetros	Ponto de coleta	Entrada do biodigestor	Ponto de coleta	Lagoa de estabilização
pH	2	7.3217	4	7.3967
Acidez	2	298.3	4	266.5
Alcalinidade	2	2734.7	4	2747.2
DQO	2	10697.9	4	3487.3*
DBO	2	2952.1	4	608.8*
Sólidos totais	2	7.2225	4	4.6717*
Sólidos Voláteis	2	5.2150	4	2.7408*

**Nota:** (\*) Valores médios indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

A fim de analisar e comparar o processo de biodigestão foi realizada a coleta de amostra do afluente no ponto 2 entrada do biodigestor, após o dejetos ser filtrado pela peneira separadora de sólidos e no ponto de coleta 4, lagoa de estabilização do efluente após o processo fermentativo, para posterior uso como biofertilizante.

Para avaliar a capacidade de eliminação de microrganismos após o processo de biodigestão em escala real, foi realizada a comparação entre os mesmos pontos de coleta, a entrada do biodigestor, ponto 2, e a lagoa de estabilização, ponto 4.

A capacidade de eliminação de microrganismos é apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3.** Teste t para os grupos microbianos avaliados na entrada do biodigestor e na lagoa de estabilização, em log de UFC/mL.

Grupo Microbiano	Valor t	Pr >  t
CGP/C+	1.81	0.0082*
ENT e BGN NF	3.90	0.0003*
CGP/C	8.57	< 0.0001*

**Nota:** (\*) Valores médios indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

Os dados da Tabela 3 representam a diversidade bacteriana (afluente e efluente) representada na amostragem recuperada no sistema de biodigestão avaliado em diferentes pontos do biodigestor.

Houve diminuição das contagens em todos os grupos microbianos, havendo diferença significativa entre as bactérias que entram e saem do biodigestor, principalmente após a estabilização do efluente na lagoa, confirmando a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia para o saneamento do dejetos.

Os atributos agronômicos analisados no biofertilizante e de interesse para cálculo da aplicação no solo são apresentados na Tabela 4 a seguir.

**Tabela 4.** Atributos físico químicos do biofertilizante.

Atributos	Média	Máximo	Mínimo	Desvio padrão
N-orgânico (mg L <sup>-1</sup> )	22,46	36,59	3,23	± 12,53
N-amoniacoal (mg L <sup>-1</sup> )	29,13	56,12	15,39	± 15,97
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	0,07	0,16	0,01	± 0,05
Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	42,58	59,90	24,75	± 14,32
N-total (mg L <sup>-1</sup> )	94,23	126,7	69,95	± 21,25
P-total (mg L <sup>-1</sup> )	31,64	56,88	16,55	± 14,53
K-total (mg L <sup>-1</sup> )	0,2	0,5	0,1	± 0,23
Na (mg L <sup>-1</sup> )	0,01	0,01	0,01	± 0,0



Estes valores indicam que o processo de biodigestão pode ter potencializado a concentração de componentes químicos no biofertilizante e estes valores são úteis para cálculo do volume de aplicação para cada necessidade agrônômica

A aplicação do efluente tratado (biofertilizante), no solo, promove o saneamento ambiental (ausência de moscas, por exemplo) e restitui parte dos nutrientes consumidos pelas culturas, podendo contribuir significativamente para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável.

O consumo de água para limpeza das instalações pelo sistema de reuso (bombeamento) do efluente líquido tratado sobre os pisos pode ser da ordem de 4.167 litros/dia, ou seja, 35 litros/UA/dia. Esse reduzido consumo de água foi o maior benefício e a economia de água repercute diretamente em economia e racionalização de energia.

Na maioria dos sistemas de produção, em confinamento, com sistemas de limpeza hidráulica dos pisos, o consumo de água observado é de 200 a 250 litros/UA/dia. Dessa forma, o Sistema representa uma economia de água de 82,5 a 86,0%, em relação aos processos que não utilizam o reuso da água residuária.

## **Considerações finais**

A crescente busca por novas fontes alternativas para reciclagem de resíduos e produção de energia limpa aponta para a utilização dos dejetos bovinos como opção economicamente viável dada a relevância da atividade agropecuária no Brasil.

Neste sentido a digestão anaeróbia destes resíduos promove a reciclagem e a geração de energia. Ainda, em função da natureza das transformações biológicas durante o processo de digestão anaeróbia, o produto final tem potencialidade de uso com biofertilizante.

O aumento do uso de fertilizantes inorgânicos em todo o mundo tem sido fundamental para o aumento da produção agrícola. Neste contexto,

a substituição deste fertilizante comercial pelos efluentes de biodigestores é extremamente útil, com redução dos custos associados.

Apesar disso, o uso destes fertilizantes deve ser conduzido corretamente, pois caso os critérios técnicos não sejam seguidos, impactos negativos ao ambiente poderão ocorrer.

## Referencias

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, São Paulo, p. 162-163, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução Nº 54 de 28 de novembro de 2005. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 09/03/2006.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília, 2011.

COLATTO, L; LANGER, M. Unoesc & Ciência – ACET, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 119-128, jul./dez. 2011.

DALMAZO, G. S.; BAZI, S. M.; OLIVEIRA, P. A. V. de. Biodigestores. In Claudio Rocha de Miranda (org). Dia de Campo: suinocultura e meio ambiente: termo de ajuste de condutas da suinocultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2009.

ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A. F.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.5, p.467–477, 2010.

---

HARDOIM, P. C.; DICESAR, A.; GONÇALVES, M. A. Avaliação do potencial do emprego do biogás nos equipamentos utilizados em sistemas de produção de leite. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL – AGRENER, set., 2000. **Anais...** III Encontro de Energia no Meio Rural.

JÚNIOR, B. C.; LIBÂNIO, J. C.; GALINKIN, M.; OLIVERIA, M. M. Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais. 2. ed. Foz do Iguaçu: FAO. 2009.

MATOS, A. T. **Tratamento de resíduos agroindustriais**. Viçosa: UFV-Departamento de Engenharia Agrícola Ambiental, 2005.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; SOUZA, J. A. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.2, p.109-115, 2008.

MORUZZI, B. M. Reuso de água no contexto da gestão de recursos hídricos: impacto, tecnologias e desafios, OLAM-Ciência e Tecnologia, Rio Claro, 2008.

ORNELAS, P. **Reuso de água em edifícios públicos: o caso da Escola Politécnica da UFBA**. 2004. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2004.

PEREIRA M. L. Biodigestores: opção tecnológica para a redução dos impactos ambientais na suinocultura. São Paulo, SP, 2005.

PEREIRA, A. S. Higiene e sanidade animal. Santarém, pg. 233, 1992.

SANTOS, E. L. B., JUNIOR, G. N. Produção de biogás a partir de dejetos de origem animal. **Tekhne e Logos**, Botucatu, SP, v.4, n.2, Agosto, 2013.

SGANZERLA, E. Biodigestor, uma solução. Porto Alegre, RS, 1983.

---

TORRES, A.C.; FERREIRA, W. A.; PACCOLA, A. A.; JUNIOR, J. L.; ULBANERE, R. C.; CARDOSO, R. M.; CAMPOS, A. T. Tratamento biológico aeróbio e reciclagem de dejetos de bovinos em sistema intensivo de produção de leite. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p.426-438, 2002.

WHO. **Reuse of effluents: methods of wastewater treatment and health safeguards**. Report of a WHO Meeting of Experts. Geneva, World Health Organization (Technical Report Series No. 517), 1973.



## CAPÍTULO 8

### **Gisleite: um sistema computacional para a gestão de sistemas de produção de leite**

*Cláudio Nápolis Costa, Victor Muiños Barroso Lima, Alziro Vasconcelos Carneiro, Frank Angelo Tomita Bruneli, Pedro Ivo Pereira Lancellotta*

#### **Resumo**

O Gisleite é um sistema de informação desenvolvido para orientar a tomada de decisão dos agentes do segmento produtivo da cadeia do leite. O Gisleite foi baseado em software livre, desenvolvido para ambiente Web e acesso remoto pela Internet. Está estruturado para registro de dados e informações inerentes aos processos relacionados aos sistemas de produção de leite. Os registros são utilizados para cálculo de indicadores de desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, de produtividade do rebanho e de eficiência econômica de sistemas de produção de leite. Disponibiliza relatórios gerenciais, com indicadores zootécnicos e econômicos, e listas com orientações sobre intervenções relacionadas a produção, reprodução e qualidade do leite para o manejo do rebanho. O Gisleite possibilita análises agregadas de sistemas de produção agrupados por localização geográfica, estrutura de produção ou outra caracterização definida por interesse estratégico de seus usuários institucionais.

**Palavras-chave:** Gestão Zootécnica, Gestão de Rebanhos Leiteiros, Indicadores de Produção de Leite, Sistemas de Informação Gerencial, Sistemas de Produção de Leite

#### **Introdução**

Em anos recentes, a melhoria de índices de produtividade da atividade leiteira tem ganho importância devido a maior demanda por produtos lác-

teos, impulsionada pelo crescimento populacional e ainda pela melhoria de renda e mudança de hábitos dos consumidores (FAO, 2011). Todavia o desafio de aumento a produtividade não se restringe ao uso mais eficiente dos insumos de produção, mas fazê-lo de uma forma sustentável, pelo uso e manejo adequado dos recursos naturais, atentando-se a aos seus prováveis impactos sobre o ambiente (WORLD BANK, 2012). Produzir mais, enquanto se reduz os impactos ambientais caracteriza o que se denomina de “intensificação sustentável”.

O crescimento sustentável da produtividade consiste em um processo intensivo em conhecimento, cujo sucesso depende do desenvolvimento da capacidade dos produtores em inovar e adotar boas práticas de produção e de gestão (FAO AND IDF, 2011). Enquanto a capacidade em inovar representa adotar avanços tecnológicos ou promover mudança do patamar tecnológico, adotar boas práticas significa aplicar conhecimentos e habilidades específicas ou promover o uso eficiente dos recursos, para obter ganhos de eficácia. O foco de uma gestão eficaz recai sobre o processo de decisão, dependente da disponibilidade de informação para melhor orientá-lo.

As tecnologias de informação e de comunicação vem se apresentando como instrumentos essenciais ao processo de gestão, impactando as cadeias produtivas pelo reconhecido potencial de uso de registros na obtenção de informações para orientação estratégica dos negócios. No caso de sistemas de produção de leite, as informações mais fidedignas são aquelas do próprio sistema de produção. Neste sentido, o uso de recursos computacionais constitui-se em um instrumento essencial para auxílio nas decisões relacionadas aos sistemas de produção de leite. Adotando a conceituação de sistema de informação apresentada por Carro (2011), a sua estruturação possibilitaria a caracterização e disponibilização de indicadores de desempenho necessários para a aplicação da técnica de *benchmarking* na pecuária leiteira.

O objetivo deste trabalho é caracterizar o Gisleite, sistema informatizado desenvolvido e disponibilizado pela Embrapa Gado de Leite para registro de dados e informações inerentes aos processo produtivo e auxílio nas decisões relacionadas com a gestão de sistemas de produção de leite.

---

## Gisleite: estrutura e funcionalidades

O Gisleite foi desenvolvido para coletar e processar registros e disponibilizar informações provenientes de sistemas de produção de leite. Os registros são estruturados em atividades associadas a gestão do processo de produção, caracterizado por:

1. Cadastro: i) Propriedade e produtor; ii) Benfeitorias; iii) Máquinas e equipamentos; iv) Mão-de-obra; v) Animais: origem, genealogia, data de nascimento, etc.;
2. Manejo do rebanho: i) Crescimento/Reprodução; ii) Produção: parto, controles da produção de leite e seus componentes; pesagens; iii) Sanidade: intervenções preventivas, vacinações e medicações; iv) Alimentação: regime alimentar e intervenções no manejo; v) Descarte de animais: transferência, venda ou eliminação.
3. Clientes e fornecedores: i) bens, ii) insumos, iii) serviços;
4. Insumos para a produção: i) Alimentação; ii) Sanidade; iii) Reprodução; iv) Produção de alimentos; v) Manutenção de máquinas e equipamentos, benfeitorias e pastagens;
5. Custos e receitas: aquisição e uso de bens, insumos e serviços; comercialização da produção - i) leite e derivados lácteos; ii) animais, volumosos, etc.

O cadastro dos animais e a caracterização dos respectivos desempenhos produtivo e reprodutivo observam as recomendações do ICAR (ICAR, 2004). Os procedimentos para caracterização do fluxo de caixa e estimativas de custos de produção da atividade leiteira observam os métodos descritos por Yamaguchi (1994).

As atividades se complementam na utilização dos respectivos registros e no seu conjunto constituem a estrutura do Gisleite, cujas funcionalidades são caracterizadas em módulos que definem os processos de gestão: zootécnica, de qualidade do leite, econômica e de rastreabilidade. No conjunto destes módulos de gestão e de suas respectivas funcionalidades, o Gisleite disponibiliza informações estruturadas para consulta e orientação de decisões relacionadas ao manejo dos animais, a análise da



estrutura e desempenho do rebanho, e a eficiência técnica e econômica do sistema de produção:

- Listas de Intervenção: vacas a inseminar, para criar, em lactação, a secar, etc.;
- Relatórios Zootécnicos: estrutura do rebanho, desempenhos produtivo, reprodutivo, qualidade do leite, etc.;
- Relatórios Gerenciais: indicadores de produção, produtividade, qualidade do leite e de eficiência técnico-econômica dos rebanhos agregados por área, raça, etc.;
- Relatórios Econômicos: ativo imobilizado, fluxo de caixa, custos de produção, etc.;
- Relatórios de Rastreabilidade: Animais cadastrados, aquisições, transferências, descartes e aplicação de vacinas e medicamentos.

O Gisleite opera com um banco de dados instalado em um servidor da Embrapa Gado de Leite, e está acessível remotamente por meio da Internet, no sítio eletrônico <http://gisleite.cnpgl.embrapa.br>, como ilustrado na Figura 1.

## **Gestão zootécnica: registros e indicadores de desempenho**

O registro, organização e processamento das informações dos rebanhos leiteiros são fundamentais para a geração de indicadores técnico-econômicos e dar suporte tecnológico aos programas de manejo e seleção, controle sanitário, gestão da qualidade e de análise econômica para a melhoria da eficiência dos sistemas de produção. O manejo do rebanho é um processo administrativo, essencialmente dinâmico, caracterizado por decisões que têm resultados de curto, médio e longo prazos e, portanto, um papel fundamental na eficiência técnico-econômica dos sistemas de produção. A grande estratégia para a tomada de decisões é o uso de informações do próprio rebanho, de forma estruturada, com aplicação de conhecimento tecnológico. A disponibilidade de relatórios com indicadores produtivos, reprodutivos (Figura 2), econômicos e de qualidade do leite permite conhecer o desempenho do sistema de produção, do rebanho, em geral, e de cada animal, em particular. Tais informações são

essências na orientação de decisões gerenciais, viabilizando inclusive realizar comparações por *benchmarking* (CARVALHO, 2011).



Figura 1. Tela de acesso e cadastro para uso do Gisleite.

Um sistema de informação, segundo Carro (2011) pode ser entendido como um conjunto de atividades envolvendo os registros de desempenho produtivo e reprodutivo de rebanhos leiteiros, seu processamento e armazenamento em bases de dados institucionais para posterior análise e avaliação com diferentes aplicações. Embora a produção de leite tenha aumentado significativamente nas últimas duas décadas, boa parte das propriedades produtoras de leite ainda não apresenta o grau de especialização necessário para garantir o suprimento de leite com o padrão de qualidade aceito internacionalmente. Dürre et al., (2011) observaram que a profissionalização do setor leiteiro no Brasil depende do estabelecimento de uma estrutura de serviços de

registros de desempenho e assistência técnica aos produtores rurais, semelhantes aos adotados nos países de pecuária leiteira desenvolvida. Ainda segundo estes autores, bases de dados de desempenho zootécnico são a ferramenta essencial para o manejo racional dos rebanhos, para os programas de avaliação genética, para os programas de rastreabilidade de animais e produtos lácteos e para o planejamento estratégico de agentes da cadeia láctea.



Gestão Informatizada de Sistemas de Produção de Leite



Paulo Roberto Menicucci & Ariane Maria Figueiredo Menicucci  
Propriedade: do Pinheiro - Rebanho: Rebanho Teste do Guzerá  
Estrada do Rio Grande - Bairro: CEP:  
Ibituruna - MG  
(35) 9929-4806  
Ariane@cmgguzeru.com.br

Emissão do Relatório: 22/07/2013

## Desempenho Reprodutivo Geral

Identificador	Nome	Raça	Composição Racial	Último Parto			CP	Idade		DL	Última Cobertura			NS	Dias Aberto	Previsão Próximo Parto			Projeção EP	Previsão Secagem			Dias Seca	Observação
				D	M	A		A	M		D	M	A			D	M	A		D	M	A		
JFPA153	Baronesa Ibituruna	GUZ	GUZ PO	14	1	2013	2	5	6	96	14	3	2013	1	59	29	12	2013	349	10	10	2013	135	
JFPA199	Bia Fiv Ibituruna	GUZ	GUZ PO	14	1	2013	2	5	0	96	14	3	2013	1	59	29	12	2013	349	10	10	2013	544	
JFPA324	Una Fiv Ibituruna	GUZ	GUZ PO	27	8	2012	2	3	9	236	27	10	2012	1	61	13	06	2013	351	06	06	2013	77	
JFT1677	Adha Jf	GUZ	GUZ PO	25	6	2007	6	12	0	108	30	7	2007	2	35	15	05	2008	325	03	03	2008	391	
JFT1688	Argentina Jf	GUZ	GUZ PO	14	8	2007	5	12	1	73	15	12	2007	1	123	30	09	2008	413	08	08	2008	419	
JFT1926	Caidera Jf	GUZ	GUZ PO	11	6	2007	2	7	11	137	21	9	2007	1	102	07	07	2008	392	05	05	2008	250	
JFT1932	Caneta Jf	GUZ	GUZ PO	21	6	2007	2	7	10	216	24	8	2007	1	64	09	06	2008	354	04	04	2008	316	
JFT2209	Rodana Jf	GUZ	GUZ PO	30	8	2007	2	4	3	57	30	11	2007	1	92	15	09	2008	382	07	07	2008	211	
JFT2251	Reiguiã Te Jf	GUZ	GUZ PO	11	6	2009	2	5	7	226	25	9	2009	2	106	12	07	2010	396	05	05	2010	694	
JFT2253	República Te Jf	GUZ	GUZ PO	14	10	2007	2	3	11	293	30	12	2007	1	77	15	10	2008	367	09	09	2008	214	
JFT2260	Remota Te Jf	GUZ	GUZ PO	21	9	2007	2	3	10	316	5	1	2008	2	106	21	10	2008	396	09	09	2008	233	
JFT2356	Novata Te Jf	GUZ	GUZ PO	25	6	2009	2	4	9	380	28	9	2009	1	95	15	07	2010	385	05	05	2010	327	
PEAC114	Misa Te Peac	GUZ	GUZ PO	15	6	2007	2	5	3	291	21	9	2007	1	95	07	07	2008	385	05	05	2008	12	
PEAC361	Mafha Peac	GUZ	GUZ PO	31	5	2007	2	4	10	118	2	8	2007	0	63	18	05	2008	353	03	03	2008	344	
Nº de Animais: 14				Média:				5	6	168				1	81				371				297	

Obs.: Idade na data do parto

Figura 2. Relatório de Desempenho Reprodutivo do rebanho.



	Gestão Informatizada de Sistemas de Produção de Leite	
<div>Exemplo</div> <div>Desempenho Financeiro e Econômico</div> <div>Período: 01/2014 a 10/2014</div>		
Indicador	Mês	Média do período
<b>DESEMPENHO FINANCEIRO</b>		
Total das receitas (R\$)	2.325,95	1.596,31
Receita com venda de leite (R\$)	2.125,20	1.081,98
Outras receitas (R\$)	200,75	514,34
Total despesas (R\$)	1.969,61	1.124,93
Variação do inventário animal (R\$)	4.500,00	3.200,00
Saldo de fluxos de caixa (R\$)	356,34	471,39
Preço médio do leite (R\$/L)	0,89	0,78
<b>DESEMPENHO ECONÔMICO</b>		
Renda bruta (R\$)	2.325,95	1.596,31
Despesas operacionais (R\$)	1.969,61	1.124,93
Margem bruta (R\$)	356,34	471,39
Mão de obra familiar (R\$)	0,00	0,00
Depreciações (R\$)	50,12	50,12
Margem líquida (R\$)	306,22	421,26
Remunerações (R\$)	34,10	30,67
Lucro (R\$)	272,11	390,60
Gasto com mão de obra na atividade / renda bruta (%)	7,00	5,28
Gasto com concentrado na atividade / renda bruta (%)	44,04	42,58
Ativo imobilizado por litro de leite (R\$)	9,96	18,82
Taxa de remuneração do capital com terra (%)	0,03	0,05
Taxa de remuneração do capital sem terra (%)	0,03	0,05
Giro do ativo imobilizado	1,17	0,80
Margem bruta / leite produzido (R\$/L)	0,15	0,38
Margem bruta / área (R\$/ha)	356,34	471,39
Margem bruta / vaca em lactação (R\$/cab)	35,63	60,27
Margem líquida / leite produzido (R\$/L)	0,13	0,34

Figura 3. Relatório de Desempenho Financeiro e Econômico do Sistema de Produção.

## Considerações finais

A arquitetura modular do Gisleite flexibiliza sua utilização para diferentes interesses ou aplicações de seus usuários potenciais, produtores e agentes do segmento produtivo da cadeia do leite. O Gisleite tem potencial para atender demandas apresentadas por instituições públicas e privadas em programas orientados a melhoria da produção, produtividade e qualidade do leite. A disponibilidade de informações sobre indicadores técnicos e econômicos subsidia decisões mais corretas no manejo dos

animais e na gestão do sistema de produção, estruturando-se rebanhos com maior eficiência de produção ao menor custo, o que significa maior renda/lucro na atividade e, por conseguinte, melhores condições de sustentabilidade sócio-econômica dos produtores de leite.

## Referencias

CARRO, F. S. Aportes “agro inteligentes” del sector Productor de Leche al País. 2011. 6p. Disponível em <<http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/uruguay/Documentos%20de%20la%20Oficina/CoyunturaAgropecuaria/AportesAgroInteligentesdelSectorProductordeLechealPaís.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2012.

CARVALHO, M. P. Benchmarking na produção de leite. Disponível em <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/editorial/benchmarking-na-producao-de-leite-74395n.aspx>>. Acesso em: 08 set. 2011.

DÜRR, J. W.; RIBAS, N. P.; COSTA, C. N.; HORST, J. A.; BONDAN, C. Milk recording as an indispensable procedure to assure milk quality. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.76-81, 2011 (supl. especial).

FAO. Mapping supply and demand for animal-source foods to 2030, by T.P. Robinson & F. Pozzi. Animal Production and Health Working Paper. No. 2. Rome. 2011. 141 p.

FAO and IDF. **Guide to good dairy farming practice**. Animal Production and Health Guidelines. No. 8. Rome. 2011. 38 p.

ICAR, **International Agreement of Recording Practices**. ICAR, Sousse, Tunisia, 2004.

WORLD BANK. **Sustainable agricultural productivity growth and bridging the gap for small-family farms**. Washington, DC: World Bank. 2012. 89 p.

YAMAGUCHI, L.C.T., **Análise financeira de unidades de produção de leite**. EMBRAPA-CNPGL, 15p. (Documento, 58), 1994.

## CAPÍTULO 9

# Uma visão internacional da sustentabilidade na pecuária leiteira

*Pedro Braga Arcuri, Alexandre Berndt*

### Sumário

A questão da segurança alimentar constitui um dos maiores desafios da humanidade, e a pecuária leiteira tem grande responsabilidade em garantir os alimentos necessários para a humanidade. Ainda que não seja de aceitação universal, agricultura sustentável vem sendo cada vez mais discutida pela comunidade agrícola, nacional e internacional de modo realístico e proativo, visando a adoção de novas tecnologias e práticas gerenciais. A cadeia produtiva leiteira deverá inevitavelmente realizar a transição para alternativas tecnológicas mais sustentáveis. Neste capítulo apresenta-se o exemplo e as experiências em andamento na transição para modelos mais sustentáveis de setores leiteiros de diferentes países e regiões, envolvendo as facetas do conceito de sustentabilidade, isto é, o uso inteligente e cientificamente embasado dos recursos do ambiente, a busca do resultado econômico, mas também o atendimento de aspectos sociais. A partir da observação das experiências internacionais apresentadas neste capítulo, demonstra-se que soluções parciais não são uma alternativa viável, porque não irão produzir os resultados esperados. Em outras palavras, o crescimento econômico de produtores e da indústria não será sustentável, ou sustentado, se esses agentes por sua vez, não sustentarem igualmente a resiliência dos ecossistemas locais e as relações sociais com as comunidades onde se encontram. Pode-se afirmar portanto, que o conceito de sustentabilidade significa que cada agente da cadeia produtiva leiteira passou a ter responsabilidades que antes não lhes eram atribuídas (preservação dos recursos naturais,

garantia dos direitos sociais) mas que, por outro lado, o conceito de sustentabilidade criou oportunidades para o seu negócio, via reconhecimento da sua importância social como agente preservador da biodiversidade e do ambiente e promotor do equilíbrio social, mas também pelos incentivos ao aumento da eficiência produtiva, ou da sua lucratividade.

## **Abstract**

The issue of food security is one of the greatest challenges facing humanity, and dairy farming has great responsibility in ensuring the food needed for humanity. Although it is not universally accepted, sustainable agriculture has been increasingly discussed by agricultural, domestic and international community in realistic and proactive ways, seeking the adoption of new technologies and management practices. The dairy production chain must perform the transition towards more sustainable technology alternatives. This chapter presents the example and experiences in progress in the transition to more sustainable patterns of dairy sectors from different countries and regions, involving the facets of the concept of sustainability, that is, the intelligent and science-based use of environmental resources, pursuit of economic results, but also the care of social aspects. From the observation of international experiences in this chapter, it is considered that partial solutions are not a viable alternative because they will not produce the expected results. In other words, the economic growth of producers and industry will not be sustainable or sustained if these agents in turn, will not promote the resilience of local ecosystems and maintain good social relationships with the communities where they are. It may be inferred therefore, that the concept of sustainability means that each agent in the dairy production chain now has responsibilities that previously were not ascribed to them (preservation of natural resources, compromise with social rights). But, on the other hand, the concept of sustainability has created opportunities for their business, via recognition of their social importance as a preserving agent of biodiversity and the environment and as promoters of the social balance, in addition to incentives to increase their efficiency or profitability.

---

## Introdução

O verbo “sustentar” tem origem no Latim “*sustinere*” (*sus-*, de baixo + *tenere*, segurar), manter. Sua origem sugere apoio indefinido e permanência. Numa abordagem de agricultura, “Sustentável” descreve sistemas de produção que sejam capazes de manterem sua produtividade e utilidade para a sociedade indefinidamente. Tais sistemas (...) “obrigatoriamente conservam recursos naturais, são apoiados socialmente e comercialmente competitivos, além de ecologicamente saudáveis” (DUESTERHAUS, 1990). O termo sustentabilidade é aplicado para caracterizar o quão resistente é um sistema ou um processo. O uso do termo com enfoque biológico serve para descrever como um determinado sistema biológico permanece diverso e produtivo ao longo do tempo (WIKIPEDIA, 2015). Um exemplo são as nossas florestas, atlântica e amazônica, assim como manguezais, a caatinga e os pampas gaúchos. Porém, cabem as seguintes perguntas: Num mundo complexo e em permanente mudança como o que vivemos, alguma atividade pode realmente ser sustentável? Quem garante isso? Por outro lado, o que exatamente queremos “sustentar”? E nesse caso, como poderemos implementar um tal objetivo, francamente pouco palpável? E já não seria muito tarde, em face aos frequentes alertas de degradação ambiental que lemos nos jornais diariamente?

Em parte devido a estas dúvidas é que cadeias produtivas de diferentes países, e institutos de pesquisa e de cooperação multilaterais passaram a tratar a sustentabilidade da atividade agrícola de forma sistemática, focada na perenização da atividade enquanto atividade econômica lucrativa. Como resultado, a discussão em torno do amplo conceito de “Agricultura Sustentável” vem permitindo o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, tanto agrícolas como de gestão, gerando um ambiente de inovação que permite a proposição de soluções para os desafios globais do aquecimento climático, aumento da população urbana, a mudança dos hábitos alimentares, e a redução da pobreza rural.

O conceito de sustentabilidade aplicado à atividade produtiva passa a ser entendido como desenvolvimento sustentável, que abrange quatro as-



pectos interligados da atividade humana: ecologia (ambiente), economia, política e cultura.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi proposto na reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente, realizada pela ONU em junho de 1972 em Estocolmo. A Conferência de Estocolmo lançou as bases das ações ambientais em nível internacional, chamando a atenção especialmente para questões relacionadas com a degradação ambiental e a poluição, porque não se limitam às fronteiras políticas, mas afetam países, regiões e povos localizados muito além do seu ponto de origem. A Declaração de Estocolmo definiu princípios de preservação e melhoria do ambiente natural, destacando a necessidade de apoio financeiro e assistência técnica a comunidades e países mais pobres. Embora a expressão “desenvolvimento sustentável” ainda não fosse usada, a declaração, no seu item 5, já abordava a necessidade imperativa de “defender e melhorar o ambiente humano para as atuais e futuras gerações” - um objetivo a ser alcançado juntamente com a paz e o desenvolvimento econômico e social parte dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (<http://www.un.org/millenniumgoals/>).

No documento intitulado “Nosso Futuro Comum” publicado em 1987 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, vinculada à ONU, o desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que “satisfaz as necessidades da geração presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>). Em seguida, a ECO-92 no Rio de Janeiro consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável através de ações descritas na Agenda 21, de desenvolvimento econômico associadas à conservação dos ecossistemas e da biodiversidade.

Para o setor agropecuário, o termo sustentável é usado para definir práticas que componham sistemas integrados de produção animal e vegetal em condições locais que lhe são específicas e que possam durar no longo prazo. Devido a essa complexidade de fatores e ao enorme desafio que se apresenta para o setor agrícola, praticamente todos os países se

dedicam hoje a propor formas de aumentar a sustentabilidade das suas atividades, garantindo o reconhecimento internacional, que por sua vez assegura financiamentos e mercados para os seus produtos.

Este capítulo irá descrever as propostas e iniciativas adotadas pelas principais organizações que trabalhem com leite para o incremento da sustentabilidade do setor, com o objetivo de estimular todos os agentes do setor leiteiro, líderes ou não, a refletirem sobre o tema, identificarem caminhos possíveis para aprimorar a gestão e os processos não somente das suas empresas, mas também e especialmente do setor leiteiro brasileiro como um todo, de modo a viabilizar num futuro que se espera muito próximo, a elaboração de um plano estratégico baseado para garantir a perenização dos negócios baseado em indicadores de sustentabilidade.

Nossa intenção com este capítulo foi disponibilizar informações que consideramos úteis para uma visão global do tema sustentabilidade no setor leiteiro, fornecendo endereços na internet que permitam que mais informações sejam obtidas, ao invés de apresentar uma revisão exaustiva da literatura disponível, em boa parte com mais de cinco anos de publicação.

### **Uma abordagem metodológica holística: a parceria para a avaliação ambiental da pecuária (*Livestock Environmental Assessment Partnership, LEAP/FAO*)**

*A Food and Agriculture Organization*, agência da ONU especializada em temas de alimentação e agricultura, congrega 190 países mais a União Europeia. Por isso, tomaremos seus trabalhos mais recentes como referência metodológica para a avaliação da sustentabilidade de cadeias produtivas em pecuária.

A Parceria para a Avaliação Ambiental da Pecuária, em inglês "*Livestock Environmental Assessment Partnership*", LEAP (<http://www.fao.org/partnerships/leap/en/>, disponível também nas demais línguas oficiais do sistema ONU, incluindo o espanhol), foi criada em 2010, inserida numa iniciativa abrangente denominada Aliança Global para Pecuária Sustentável (*Global Alliance for Sustainable Livestock* (GASL <http://www.li->

vestockdialogue.org/). A parceria tem como objetivo realizar avaliações comparativas do desempenho ambiental de cadeias produtivas pecuárias, a partir das visões dos diferentes participantes e apoiadores destas cadeias produtivas. O resultado esperado é reduzir a confusão que pode ocorrer em função da proliferação de metodologias para avaliação de impactos, especialmente os ambientais e ainda, oferecer alternativas para a melhoria do desempenho ambiental de sistemas de produção pecuários. A publicação “Desempenho ambiental das grandes cadeias produtivas de ruminantes; Diretrizes para avaliação” propõe os indicadores de sustentabilidade para as diferentes cadeias produtivas. Esta publicação está no momento em fase de avaliação pública e pode ser acessada a partir do endereço <http://www.fao.org/3/a-av152e.pdf>. Este documento LEAP tem o objetivo principal de fornecer orientações para o cálculo de uso de água, de combustíveis fósseis e da emissão de gases causadores de efeito estufa em cadeias produtivas de ruminantes. Utiliza a metodologia de análise do ciclo de vida “atributiva”, isto é, da produção de animais até o início do processamento industrial dos produtos da atividade pecuária, leite ou carne. Na metodologia adotada, as análises de ciclo de vida dos diferentes sistemas de produção foram feitas dividindo-se o sistema de produção em módulos que estejam relacionados aos diferentes estágios ou etapas do ciclo de vida, isto é, (a) produção de alimentos e forragens e seu processamento e armazenamento); (b) a produção animal e (c) o processamento dos produtos. Além disso, foram descritos também outros potenciais impactos ambientais como eutrofização, acidificação, impactos na biodiversidade local e no uso da terra. Entretanto, não é intenção deste capítulo avaliar tal metodologia, nem tampouco proceder à sua descrição em detalhes. Recomenda-se entretanto, que este documento sirva de base para futuros estudos de impacto e de avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção pecuários, tendo em vista sua abrangência e fundamentação científica.

Especificamente para a pecuária leiteira, e a título de exemplo, tomaremos o a emissão de gases causadores do efeito estufa (GCEE ou GEE). As emissões de GEE pelas diferentes cadeias produtivas pecuárias é estimada em 7,1 Giga-toneladas de equivalentes de CO<sub>2</sub> por ano, o quê

representa 14,5% de todas as emissões GEE causadas pela humanidade. Bovinos e bubalinos são os responsáveis por cerca de 74% das emissões pecuárias e destes, cerca de 65% são causados por bovinos, correspondendo a 4,6 giga-toneladas CO<sub>2</sub>-eq/ano. Isso significa que os bovinos contribuem com a maior parte das emissões pecuárias de GEE (GERBER et al., 2013). Para o setor leiteiro, o metano entérico representa 46% da emissão GEE, ao passo que o conjunto de alimentos corresponde a cerca de 36%, a adubação de lavouras para alimentação animal contribui com cerca de 21%. Entretanto, aqueles autores alertam que as intensidades de emissão variam muito entre propriedades e tipos de sistemas de produção.

Deve-se observar também que existem tecnologias e boas práticas de produção que reduzem significativamente a emissão GEE, mas até o momento ainda não são largamente adotadas pelos produtores, especialmente nos países emergentes e em desenvolvimento. Por exemplo, a eficiência de conversão alimentar (quantidade de alimento que é transformada em algum produto, por exemplo leite) que é influenciada tanto pela genética do animal e genética da forragem quanto pelo manejo da cultura e qualidade da forragem (colheita, conservação), manejo do cocho (disponibilidade para os animais, balanceamento da dieta) e uso de aditivos alimentares. Outro fator impactante na emissão GEE é o manejo dos dejetos, mas também o manejo do rebanho, de modo a reduzir seu tamanho sem diminuir a eficiência econômica da propriedade. A este respeito é sempre importante recordar que o manejo eficaz do rebanho garante também a recuperação e a reciclagem de nutrientes e energia ao longo da cadeia produtiva.

A aplicação de tecnologias e boas práticas de produção numa escala nacional, que resulte em redução significativa destas emissões, de modo permanente, necessita de políticas públicas adequadas, incluindo incentivos para a adoção de tecnologias e boas práticas de produção, o que significa investimentos em treinamento e capacitação da mão-de-obra, e a conscientização dos proprietários e demais participantes das cadeias produtivas.

## Federação Internacional de Lácteos e a sustentabilidade do setor leiteiro global

A Federação Internacional de Lácteos representa cerca de 90% da cadeia produtiva global de lácteos. Na abertura do seu site, ([www.fil-idf.org](http://www.fil-idf.org)) se apresenta como a organização sem fins lucrativos dedicada a oferecer conhecimento científico para apoiar a produção e o processamento de leite de alta qualidade assim como produtos lácteos nutritivos, seguros e sustentáveis. Para isso, a FIL-IDF desenvolveu uma plataforma de informações e boas práticas de produção, parte da “*Global Dairy Agenda for Action*”, denominada *Dairy Sustainability Framework* (<http://dairysustainabilityframework.org/dsf-membership/global-criteria/>). Seu compromisso é “demonstrar a contribuição positiva que o setor leiteiro pode dar para o desafio da sustentabilidade”. Nesta plataforma, também apoiada pela associação de indústrias de lácteos *Global Dairy Platform* (<https://www.globaldairyplatform.com/>) estão listados onze critérios globais de sustentabilidade, considerados os mais relevantes para quaisquer sistemas de produção de leite: (1) Emissão de gases do efeito estufa, visando sua quantificação e sua redução; (2) Nutrientes no solo, cuja aplicação deve ser manejada de modo a manter e melhorar a qualidade (fertilidade) do solo e ao mesmo tempo, reduzir impactos na água e no ar; (3) Dejetos, cuja produção deve ser reduzida e quando possível, reutilizados e reciclados; (4) Água, avaliada em disponibilidade e qualidade, utilizada de maneira responsável ao longo de toda a cadeia produtiva de leite e lácteos; (5) Solos, cuja qualidade e ausência de erosão são manejadas de modo proativo e melhoradas para garantir a produtividade ótima; (6) Biodiversidade, cujos riscos diretos e indiretos sejam compreendidos e estratégias sejam estabelecidas para mantê-la e aumentá-la; (7) Desenvolvimento de mercados efetivos e transparentes, através dos quais os participantes da cadeia produtiva sejam capazes de criar negócios economicamente viáveis; (8) Economias rurais, no sentido de o setor leiteiro contribuir para a resiliência e para a viabilidade econômica dos produtores e das comunidades rurais; (9) Condições de trabalho ao longo da cadeia produtiva leiteira, de modo que os trabalhadores operem em ambientes seguros, com seus direitos respeitados; (10) Qualidade, inte-

gridade e segurança dos produtos sempre asseguradas, com transparência, garantindo níveis ótimos de valor nutritivo e (11) Bem-estar animal, através do manejo correto dos animais, sempre isentos de fome e sede, desconforto, dor, ferimentos e doenças, medo e estresse, de modo a estarem aptos a demonstrarem comportamentos relativamente normais.

## **Associação Europeia de Lácteos - European Dairy Association**

O projeto *"The Dairy Product Environmental Footprint"* [http://eda.euromilk.org/fileadmin/user\\_upload/Public\\_Documents/Fact\\_Sheet/Sustainability/2015\\_04\\_21\\_Dairy\\_PEF\\_pilot\\_communication\\_update.pdf](http://eda.euromilk.org/fileadmin/user_upload/Public_Documents/Fact_Sheet/Sustainability/2015_04_21_Dairy_PEF_pilot_communication_update.pdf), coordenado pela Associação Europeia de Lácteos tem o objetivo desenvolver metodologias específicas, conhecidas como Normas para Pegadas Ambientais por Categoria de Produtos. O projeto será encerrado em 2016, para a publicação das orientações sobre pegadas ambientais de cinco categorias de produtos, leite líquido, soro desidratado, queijos, leites fermentados e gordura do leite, avaliando emissão de carbono e outros compostos, uso da água, mudanças no uso da terra e questões de distribuição da produção e do consumo. Pelo projeto em curso, tais metodologias e orientações serão testadas *in loco*, abrangendo as cadeias produtivas europeias de. O projeto é parte de uma iniciativa da União Europeia de promover a uniformização de metodologias para rotular produtos ambientalmente amigáveis, ou "verdes", o *"Single Market for Green Products"* <http://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/index.htm> de modo a garantir que produtos ambientalmente amigáveis, ou sustentáveis possam ser comercializados para além do país de origem. Este projeto é parte do *Dairy Sustainability Framework* (DSF, [http://eda.euromilk.org/fileadmin/user\\_upload/Public\\_Documents/Annual\\_Report/EDA\\_Annual\\_Report\\_2014.pdf](http://eda.euromilk.org/fileadmin/user_upload/Public_Documents/Annual_Report/EDA_Annual_Report_2014.pdf)). O objetivo do DSF é ser um documento em permanente atualização de modo a poder orientar o setor leiteiro e de lácteos globalmente, a respeito das boas práticas de produção e à melhoria da sua sustentabilidade. O documento permite também que o setor desenvolva ferramentas de comunicação coerentes, especialmente para transmitir aos formuladores de políticas públicas e aos consumidores os progressos que estejam sendo alcançados em direção

ao aumento da sustentabilidade. Para isso, o DSF faz uma distinção clara entre a abordagem global, genérica e abordagens específicas, próprias para diferentes regiões e seus sistemas de produção que por isso, podem ter ações estruturadas ao longo de ciclos “Planejamento – Execução – Conferência – Ajuste”. Desta forma, cada empresa ou produtor podem se integrar seus esforços individuais e boas práticas na iniciativa global DSF e contribuir para que o setor leiteiro como um todo demonstre melhorias em sustentabilidade. Vale ressaltar nesta iniciativa o interesse de que todos os envolvidos na cadeia produtiva sejam participantes, atores de fato nas suas respectivas capacidades e regiões, agregando suas atividades ao catálogo global de atividades leiteiras sustentáveis, da propriedade à distribuição e ao varejo.

## Índia

A produção de leite bovino na Índia em 2011 – 2012 atingiu 127.9 milhões de toneladas e em 2013 – 2014 a expectativa era de novo aumento, para 132.43 milhões de toneladas, de acordo com dados publicados pelo *National Dairy Development Board* (NDDB, 2014). Esta quantidade corresponde a cerca de 17% da produção global de leite (FAO, 2014).

Existem cerca de 15 milhões de produtores de leite na Índia, organizados em mais de 150.000 Sociedades Cooperativas de Lácteos (em inglês, DCS). Na grande maioria destas, o leite é coletado duas vezes por dia, sendo entregue no prédio da cooperativa pessoalmente pelo produtor. A taxa de crescimento na produção de leite, de pouco mais de 4% ao ano, comparada com a média global de 2,2% a.a. demonstra um crescimento sustentado na disponibilidade de leite e lácteos para a população cuja taxa de crescimento é de pouco mais de 2% a.a. Além disso, o leite passou a ser uma importante fonte secundária de renda para mais de 70 milhões de famílias, devido a uma parceria tradicional pela qual parte do pagamento pelo trabalho rural é feita em palhadas e outras forragens, que permitem aos últimos possuírem algumas vacas.

Por outro lado, no que se refere a emissão de GEE, a Índia apresenta taxas elevadas, tanto diretamente pela emissão do metano entérico quan-

to relacionado ao deflorestamento ou outras atividades relacionadas à produção de forragens. Em geral os animais são alimentados com dietas não balanceadas, e em consequência, não somente produzem menos leite com também mais metano por litro de leite.

Estudos do *National Dairy Development Board* demonstram ser possível reduzir emissão de metano entre 12 a 15% com dietas balanceadas à base de sub-produtos de culturas. Esta estratégia de manejo, associada a programas de melhoramento animal para a seleção de animais mais eficientes na conversão alimentar tem sido uma das prioridades estratégicas para a incremento da sustentabilidade da atividade leiteira no sub-continente indiano e conta com o apoio de entidades multilaterais, especialmente o *International Livestock Research Institute* (ILRI <http://www.ilri.org/>), componente do consórcio CGIAR.

A quantidade de água usada para a atividade leiteira na Índia foi objeto de estudo de Amarasinghe et al. (2012). Suas conclusões indicam que deve haver uma drástica redução do consumo de água dos lençóis freáticos, pois os níveis de consumo atuais superam os de recarga dos aquíferos. Os autores sugerem, além das práticas de intensificação sustentável citadas acima, a diversificação da atividade leiteira, associando-a a culturas que utilizem menos água e que tenham maior valor agregado, evitando-se culturas tradicionais como arroz e cana-de-açúcar.

Como estratégia para o incremento da sustentabilidade da cadeia produtiva de leite e lácteos, o governo indiano e vários agentes produtivos da cadeia de lácteos, reconhecem que a abordagem de dietas balanceadas fornecida a rebanhos selecionados deve ser associada a práticas de sanidade animal e ainda, o conjunto de boas práticas de manejo deve envolver abordagens sociais que incluam a capacitação das mulheres, envolvidas em grande número na atividade leiteira. A participação das citadas cooperativas de lácteos é também um fator de resiliência da cadeia produtiva pela capilaridade e capacidade das cooperativas em manejar o recolhimento da produção de milhões de pequenos produtores duas vezes por dia e realizar testes e anotações do leite entregue. Devido a isso, boas práticas de gestão são outra oportunidade importante para a o desenvolvimento sus-



tentável. Esta abordagem é também extensiva a outros países asiáticos. Devido a isso, a FAO coordena a plataforma “*Dairy Asia*” com o objetivo de compartilhar ações, conhecimentos e inovações, reconhecendo que os desafios à sustentabilidade da atividade leiteira na Ásia são diferentes daqueles enfrentados em outras partes do planeta.

## Estados Unidos da América

O termo agricultura sustentável foi utilizado formalmente na lei agrícola (Farm Bill) de 1990. Porém, o conceito de gerir a base de recursos necessários para a produção de alimentos de modo a preservá-la para futuras gerações é conhecido na América do Norte há muito, e praticado por produtores empreendedores bem antes daquela data (USDA: <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/agric/susag.shtml>).

Incrementos à sustentabilidade da atividade leiteira resultaram da tradição de inovação americana. Indivíduos empreendedores passaram a ser imitados nas suas formas de gestão e princípios morais, como justiça econômica, com o monitoramento e avaliação do sistema público de pesquisa e extensão. Em consequência, ocorreu rápida disseminação das boas práticas inovadoras, pelas suas vantagens econômicas e de satisfação pessoal (USDA, 2007). Um outro fator preponderante foi a posição dos consumidores que sinalizaram com literatura por produtos ambientalmente amigáveis, exemplificados aqui pela agricultura orgânica, o segmento de varejo de alimentos que mais cresce, hoje, na América (USDA). Esta tendência pode ser estendida aos demais países industrializados, cujos consumidores manifestam suas literaturas via mercado (poder aquisitivo, criação de redes locais) e representação política (políticas públicas de apoio à produção sustentável, apoio a associações locais, promoção da preservação da biodiversidade e do ambiente). Entretanto, existem ainda muitos entraves técnicos e dificuldades de se atingir Indicadores de sustentabilidade perenes, como demonstraram Rotz e Soder (2009) ao compararem a produção orgânica e convencional de leite.

Em 2007, líderes do setor leiteiro lançaram o “Compromisso do Setor Lácteo com a Sustentabilidade” (<http://www.usdairy.com/sustainability/>

industry-commitment). Em 2009 o Centro de Inovação da cadeia de lácteos, organização não-governamental criada pelo setor leiteiro em parceria com o Departamento de Agricultura dos EUA e com o *World Wildlife Fund* iniciou um projeto holístico de análise do ciclo de vida da atividade leiteira e simultaneamente, representantes do setor leiteiro voluntariamente se comprometeram com a redução de 25% das emissões GEE até 2020.

As parcerias criadas viabilizaram a execução de projetos para o desenvolvimento de práticas inovadoras voltadas para o incremento da sustentabilidade da atividade leiteira, que podem ser acessados pela internet a partir do endereço acima. Atualmente estão em atividade (a) *Cow of the Future*<sup>TM</sup> cujo objetivo é a redução da emissão de metano entérico via nutrição, genética e saúde animal; (b) *Dairy Power*<sup>TM</sup>, que visa aproveitar o potencial gerador de energia das propriedades leiteiras, indústrias de processamento e varejistas através da produção de biogás, (c) *Farm Smart*<sup>TM</sup> para o aperfeiçoamento das boas práticas de gestão e comunicação junto aos consumidores, e (d) *Farm Energy Efficiency*<sup>TM</sup>, projeto que pretende promover o uso eficiente de energia em toda a cadeia produtiva de leite e lácteos.

## Nova Zelândia

A Nova Zelândia é um dos principais exportadores globais de leite. Esta oportunidade de negócios é um dos pilares para o plano diretor do setor leiteiro daquele país para o período 2013 -2020 (DAIRYNZ, 2013). Devido às tendências de crescimento populacional e de aumento no consumo de proteínas animais (FAO, 2015), as oportunidades de crescimento e criação de valor para a exportação de leite e lácteos são reais tanto para hoje quanto para o futuro próximo. A proposta do setor leiteiro neozelandês é manter o setor com altas taxas de inovação e demonstrar que o setor trabalha para o benefício de todos no país.

Esta visão se vincula portanto a critérios de sustentabilidade, isto é, necessita de ser ambientalmente responsável, socialmente justa e economicamente lucrativa. O documento declara que a atividade leiteira responsável apresenta boas práticas de gestão dos recursos naturais,

reconhece seu compromisso com o bem-estar animal, assim como seu compromisso na construção de um país melhor pela contribuição dos produtores e da indústria à sociedade neozelandeza, de maneiras complementares. De uma maneira até certo ponto redundante, o setor propõe que seu posicionamento internacional competitivo sustentará os resultados necessários para beneficiar a Nova Zelândia, e em complemento, a construção da reputação de indústria responsável sustentará a vantagem competitiva do setor leiteiro neozelandês junto à comunidade mundial.

A tática proposta para executar esta estratégia, é a necessidade dos diferentes segmentos do setor leiteiro de trabalharem integrados, especialmente cooperando entre si mas também com os demais setores do país e parceiros internacionais. E para operacionalizar a estratégia são propostos dez “objetivos estratégicos”, distribuídos nas categorias “Competitividade, representado pela letra C” e “Responsabilidade, pela letra R”: (1) C: Propriedades lucrativas: aumentar o lucro das propriedades e sua resiliência, pelo aumento da sua eficiência; (2) R: Gestão Ambiental: pró-ativa, através do uso inteligente dos recursos naturais; (3) C: Pesquisa e Desenvolvimento: estudar e desenvolver tecnologias inovadoras e soluções para as necessidades futuras do setor leiteiro; (4) R: Bem-Estar Animal: Práticas de produção com padrões elevados de manejo, saúde e bem-estar animal; (5) C: Pessoas talentosas: atrair, capacitar e manter pessoas altamente motivadas e treinadas para todos os segmentos do setor leiteiro; (6) R: Ambiente de Trabalho: oferecer ambientes de trabalho nas propriedades de alta qualidade; (7) C: Biosegurança e Integridade dos Produtos: proteger a integridade e a produção dos lácteos neozelandeses; (8) R: Comunidades Locais: fortalecimento das comunidades inseridas na atividade leiteira; (9) C: Sistemas de Informações Industriais: criação e manutenção de sistemas abrangendo todo o setor e estruturas correlatas que atendam às necessidades de todos os atores da cadeia de leite e lácteos (10) R: Prosperidade Nacional: fortalecer a contribuição da atividade leiteira às aspirações sociais, econômicas e ambientais dos neozelandeses.

---

## Conclusão

A população mundial continua a crescer, com a expectativa de atingirmos 9,4 bilhões de pessoas em 2050, 10,4 bilhões em 2100 e um pouco menos de 11 bilhões em 2200, de acordo com dados do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais da ONU (<http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>). É sabido que as taxas de crescimento populacional são maiores em países emergentes e especialmente, naqueles em desenvolvimento. Nestes, a soma de população crescente com fatores como urbanização também crescente, instabilidade política, elevada dívida externa e pobreza tornam a questão da segurança alimentar um dos maiores desafios da humanidade (FAO, IFAD & WFP, 2015).

Desde a década de 1990, o termo “Sustentabilidade” foi sendo cada vez mais utilizado. Por isso, é também cada vez mais aceito o objetivo de habitar um planeta sustentável, que acomode as necessidades dos seus habitantes atuais e que preserve os recursos que permitam às futuras gerações de o habitar igualmente e com qualidade de vida. Devido a isso, e apesar de ainda não ser um conceito adotado universalmente, a agricultura sustentável vem sendo cada vez mais discutida pela comunidade agrícola, nacional e internacional de modo realístico e proativo, visando a adoção de novas tecnologias e práticas gerenciais.

Entretanto, os desafios apresentados aos produtores e segmentos do setor agrícola para redefinirem e lidarem com os problemas atuais dos sistemas de produção agrícola, visando o incremento da sua sustentabilidade são agravados pela estreita ligação de fatos com emoções e mesmo, visões controversas e conflitantes da realidade. Isto porque é infeliz, mas um fato que muitos ligados à agricultura por qualquer razão, interpretam o conceito de agricultura sustentável, como críticas pessoais, por vezes mesmo um ataque às práticas de uma “agricultura convencional” pelas quais, por tradição e hábito, aqueles sentem verdadeiro orgulho. Como descrito por Green (1993)

ao relatar declarações de um fazendeiro do estado de Nova Iorque que disse “Eu acho que o principal problema pelo qual fazendeiros ficam na defensiva quando ouvem falar de agricultura sustentável, é que isso implica que o que eles vinham fazendo até agora não é sustentável. E isso para nós é um caso muito sério.”

Devido à reação emotiva perfeitamente compreensível descrita acima, é que todos os aspectos necessários ao estabelecimento da cadeia produtiva leiteira sustentável devem ser discutidos e operacionalizados. Neste momento, o setor leiteiro brasileiro exercita o aperfeiçoamento dos seus mecanismos de governança, e busca cada vez mais explorar as oportunidades do mercado. Portanto, é fundamental que suas lideranças percebam que a transição para alternativas tecnológicas mais sustentáveis é inevitável. Tal transição deve envolver todas as facetas do conceito de sustentabilidade, isto é, o uso inteligente e cientificamente embasado dos recursos do ambiente, a busca do resultado econômico, mas também o atendimento de aspectos sociais, numa sociedade contrastante como a brasileira.

Como pode ser observado das experiências internacionais apresentadas brevemente neste capítulo, soluções parciais não são uma alternativa viável, porque não irão produzir os resultados esperados. Em outras palavras, o crescimento econômico de produtores e da indústria não será sustentável, ou sustentado, se esses agentes por sua vez, não sustentarem igualmente a capacidade dos ecossistemas locais e das comunidades onde se encontram e todos, compreenderem o conceito e a extensão da pegada ecológica da atividade leiteira e na sequência, se adaptarem de modo a reduzi-la significativamente. Não nos esqueçamos de que 85% das emissões GEE do setor leiteiro são originadas das atividades para dentro da porteira. Aumentar a quantidade de leite produzido por animal, para ficar em um único exemplo muito caro à realidade brasileira, usando menos insumos de fora da propriedade reduzirá as emissões GEE de todo o setor leiteiro, como no exemplo americano e neozelandês. Por outro lado, o desenvolvimento continuado de animais de alta produção adaptados aos trópicos e alimentados com forragens tropicais, a exemplo do programa indiano, e das recomendações dos

organismos internacionais voltados para a redução da fome e da pobreza rural, nos garantirá a sustentabilidade ambiental, com aumento na lucratividade do negócio. Pode-se afirmar portanto, que o conceito de sustentabilidade significa que cada agente da cadeia produtiva leiteira passou a ter responsabilidades que antes não lhes eram atribuídas (preservação dos recursos naturais, garantia dos direitos sociais) mas que, por outro lado, o conceito de sustentabilidade criou oportunidades para o seu negócio, via reconhecimento da sua importância social como agente preservador da biodiversidade e do ambiente e promotor do equilíbrio social, mas também pelos incentivos ao aumento da eficiência produtiva, ou da sua lucratividade. Para que de fato essas oportunidades se concretizem, a disseminação de programas de boas práticas de gestão e de tecnologias ambientalmente amigáveis deve ser incentivada pelos próprios agentes da cadeia produtiva, de modo participativo, a partir do uso de indicadores de sustentabilidade confiáveis, de fácil mensuração e de interpretação assegurada por agentes de pesquisa, de extensão e assistência técnica qualificados.

## Referencias

Amarasinghe, Upali A.; Shah, Tushaar; Smakhtin, Vladimir. 2012. Water-milk nexus in India: a path to a sustainable water future? **International Journal of Agricultural Sustainability**, 10(1):93-108.

DAIRY NZ Making Dairy Farming Work For Everyone; Strategy for Sustainable Dairy Farming, 2013-2020. 2013. DairyNZ Corner Ruakura and Morrinsville Roads Private Bag 3221 Hamilton 3240, Nova Zelandia

DUESTERHAUS , R. 1990. Sustainability's Promise. **Journal of Soil and Water Conservation** (Jan.-Feb. 1990) 45(1): p.4 -9.

FOOD and AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO), 2014. Dairy Asia: Towards Sustainability. Proceedings of an international consultation held in Bangkok, Thailand 21–23 May 2014. AHUJA, V.; OTTE, J.; MAKAR, H., Rome.

FAO, IFAD and WFP. 2015. The State of Food Insecurity in the World 2015. Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress. Rome, FAO.

GERBER, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. and Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

GREEN, Judy 1993. "Sustainable Agriculture: Why Green Ideas Raise a Red Flag," **Farming Alternatives Newsletter**. Summer 1993, p. 2-4. Cornell University Extension Service, Ithaca, NY, USA.

LEAP, 2015. Environmental performance of large ruminant supply chains: 1 Guidelines for assessment. Draft for public review. Livestock Environmental Assessment and 2 Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy.

Ministry of Agriculture, Government of India, New Delhi. 2013 - 2013 Annual Report Department of Animal husbandry, Dairying and Fisheries p.

Rotz, C.A., Soder, K.J. 2009. The sustainability of organic dairy production in the U.S. Presentation at the 60Th annual meeting of the European Association for Animal Production. Available at: [http://www.eaap.org/Barcelona/Papers/published/20\\_Rotz.pdf](http://www.eaap.org/Barcelona/Papers/published/20_Rotz.pdf)

Shahi Sudhir Kumar, S.S., Rajvir, S., Mishra, U.K., Mishra D.J. 2012 Strategies for Sustainable Dairy Farming in India: A Review; **Research Journal of Recent Sciences** Vol. 2(ISC-2012), 42-44.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) Sustainable Agriculture Information AccessTools. <http://www.nal.usda.gov/afsic/pubs/agnic/susag.shtml>. Acessado em 09/06/2015.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) Special Ref-

---

erence Briefs Series no. SRB 99-02, 2007. Alternative Farming Systems Information Center, National Agricultural Library, Beltsville, EUA. <http://afsic.nal.usda.gov/sustainable-agriculture-definitions-and-terms-1> acessado em 10/06/2015.

WIKIPEDIA <https://en.wikipedia.org/wiki/Sustainability>, acessado em 02/05/2015.





## CAPÍTULO 10

### **Indicadores de sustentabilidade e gestão ambiental na agropecuária brasileira - aplicações na intensificação ecológica da produção leiteira**

*Geraldo Stachetti Rodrigues*

#### **Introdução**

O setor agropecuário brasileiro tem atravessado um período de franca expansão da capacidade produtiva e conquista de mercados. Independente da escala de produção ou do nível de capitalização, produtores cada vez melhor qualificados têm alcançado desde os mercados internacionais de “*commodities*” até nichos especiais, como a produção orgânica, a produção integrada, e atividades rurais diferenciadas como o agroturismo. Esse processo de desenvolvimento inclui, como um eixo orientador convergente, a qualificação de formas de produção sustentáveis, independente do setor produtivo, da filiação tecnológica, ou da condição socioeconômica dos produtores. Para orientar esses objetivos de desenvolvimento sustentável, são necessários instrumentos que permitam realizar a gestão ambiental das atividades rurais. O presente texto detalha duas abordagens metodológicas de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) propostas na Embrapa, que integram indicadores de sustentabilidade para a adoção de inovações tecnológicas e a gestão ambiental de atividades e estabelecimentos rurais.

#### **Ferramentas de Aia e indicadores de sustentabilidade na Embrapa**

Avaliações de impactos ambientais (AIA) compreendem procedimentos para a previsão, a análise, e a mitigação dos efeitos ambientais de projetos, planos e políticas de desenvolvimento que impliquem em alteração

da qualidade ambiental (RODRIGUES, 1998). Operacionalmente, uma avaliação de impacto ambiental deve considerar a interação entre a fonte de impacto e o meio receptor dos efeitos, incluindo os atores sociais envolvidos. Existe à disposição dos avaliadores de impacto ambiental um vasto arsenal metodológico, com inúmeros métodos descritos para os mais variados propósitos e situações (BISSET, 1987; SURHEMA-GTZ, 1992), inclusive para projetos específicos do setor agropecuário (CANTER, 1986). No Brasil, o Ibama (1995) e a Resolução Conama (Nº 01/86) definiram os principais instrumentos da política ambiental e os procedimentos para atendimento dos requisitos para AIA de projetos e empreendimentos, com breve descrição dos principais métodos normalmente empregados.

Cada método de AIA apresenta especificidades, com respectivas vantagens e desvantagens, podendo-se assumir que a sua escolha depende dos objetivos e alcance da avaliação. Em termos gerais, os métodos utilizados para a AIA de projetos, programas, planos e atividades produtivas podem ser classificados em sete grandes tipos (e suas integrações), a saber: métodos “*ad hoc*”, listas de verificação, matrizes de ponderação, sobreposição de mapas, redes de interação, diagramas de sistemas, e modelos de simulação (RODRIGUES, 1998). Sistemas de AIA vêm sendo desenvolvidos na Embrapa para balizar a adoção de inovações tecnológicas agropecuárias (Ambitec-Agro) e para a gestão ambiental de atividades rurais (Apoia-NovoRural). Ambas abordagens metodológicas têm sido empregadas em contextos de intensificação sustentável da produção, inclusive na produção leiteira, conforme exemplificado a seguir no presente texto.

## Método Ambitec-Agro

O sistema de indicadores Ambitec-Agro apresenta uma estrutura hierárquica simples, que parte da escala local (unidade de área, unidade animal ou recinto agroindustrial) do respectivo segmento agropecuário em avaliação (agropecuária, produção animal ou agroindústria) e estende-se até a escala de entorno do empreendimento, e atenta para a qualidade dos ecossistemas e para a ampliação de sua capacidade produtiva (IRIAS et al., 2004).

O conjunto de planilhas com os critérios e indicadores Ambitec-Agro<sup>1</sup> permite a consideração de diversos aspectos de contribuição de uma dada inovação tecnológica para o desempenho socioambiental, incluindo a eficiência tecnológica, a qualidade ambiental, a conservação da biodiversidade e recuperação ambiental, na dimensão de impactos ecológicos; e o respeito ao consumidor, emprego, renda, saúde e gestão e administração, na dimensão de impactos socioambientais (Figura 1. RODRIGUES et al., 2003).

Cada um destes aspectos é composto por um conjunto de critérios organizados em matrizes de ponderação automatizadas (Figura 2), nas quais os indicadores são valorados com *coeficientes de alteração* ( $\pm 3$ ), conforme verificação, em vistoria de campo, do contexto produtivo e condições de manejo, bem como do conhecimento pessoal do adotante/responsável pelo empreendimento.

O procedimento de avaliação do sistema Ambitec-Agro consiste em verificar a direção (aumenta, diminui, ou permanece inalterado) e a escala de ocorrência (pontual, local ou entorno) dos coeficientes de alteração dos indicadores para cada critério, em razão específica da aplicação da tecnologia ou implementação da atividade rural, nas condições de manejo observadas em campo. Os resultados finais da avaliação de impacto são expressos graficamente na planilha 'Índices de impacto', após ponderação por valores de importância para os indicadores e critérios (Figura 3).

O Sistema Ambitec-Agro vem sendo utilizado no contexto institucional de P&D na Embrapa, para a avaliação de impactos ambientais das inovações tecnológicas oferecidas pelas Unidades Descentralizadas. Essas avaliações contribuem, por um lado, para apresentar à sociedade os resultados dos investimentos na pesquisa agropecuária (nos Balanços Sociais institucionais, publicados anualmente, ver: <http://bs.sede.embrapa.br/>); e por outro, para conscientizar pesquisadores e administradores da pesquisa e da transferência de tecnologia sobre a relevância das avaliações de impactos ambientais, como instrumentos para a adequação tecnológica e a sustentabilidade das atividades agropecuárias (RODRIGUES et al., 2010a).

---

1 As planilhas do sistema Ambitec-Agro podem ser obtidas em <http://www.cnpma.embrapa.br/forms/ambitec.php3>

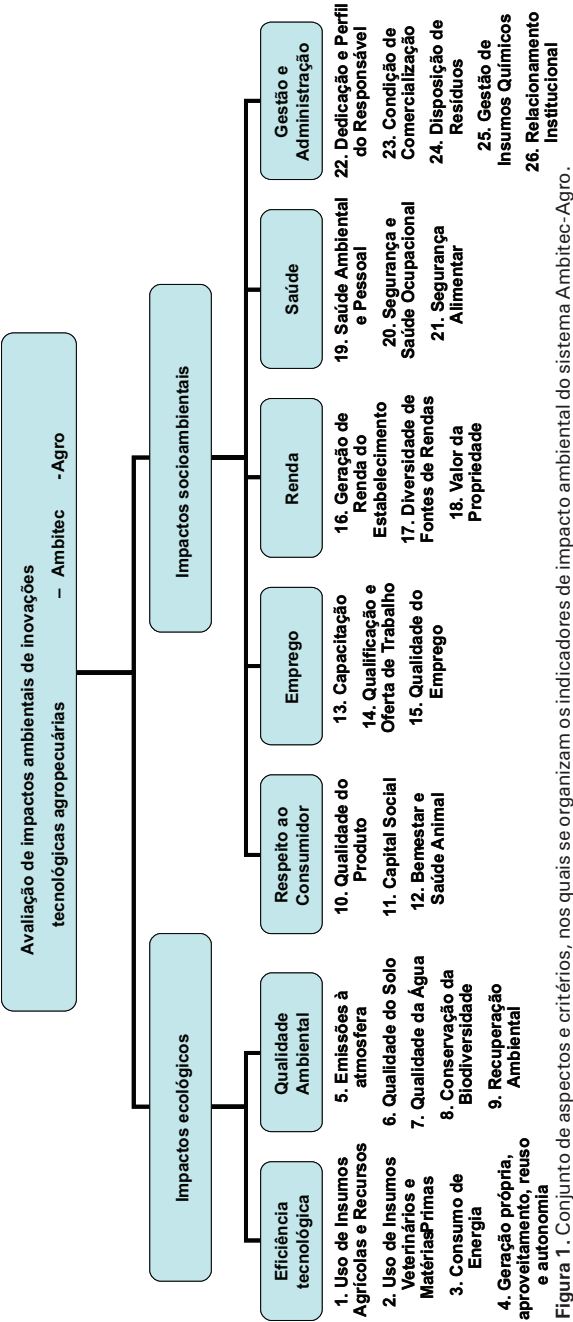


Figura 1. Conjunto de aspectos e critérios, nos quais se organizam os indicadores de impacto ambiental do sistema Ambitec-Agro.

Que alterações foram observadas na conservação da biodiversidade e na recuperação ambiental?									
Conservação da Biodiversidade e Recuperação Ambiental		Variáveis de conservação da biodiversidade			Variáveis de recuperação ambiental				Averiguação fatores de ponderação
		Vegetação nativa	Fauna silvestre	Espécies / variedades tradicionais (caboclas)	Solos degradados	Ecossistemas degradados	Áreas de Preservação Permanente	Reserva Legal	
Escala da ocorrência =	Fatores de ponderação k	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,2	0,2	1
	Não se aplica								
	Pontual	1		0	3				
	Local	2	3			3	3	0	
	Entorno	5							
Coeficiente de impacto = (coeficientes de alteração * fatores de ponderação)		0,6	0,6	0	0,45	0,9	1,2	0	3,75

Figura 2. Exemplo de matriz de ponderação do sistema Ambitec-Agro para os indicadores do critério Conservação da biodiversidade e recuperação ambiental.

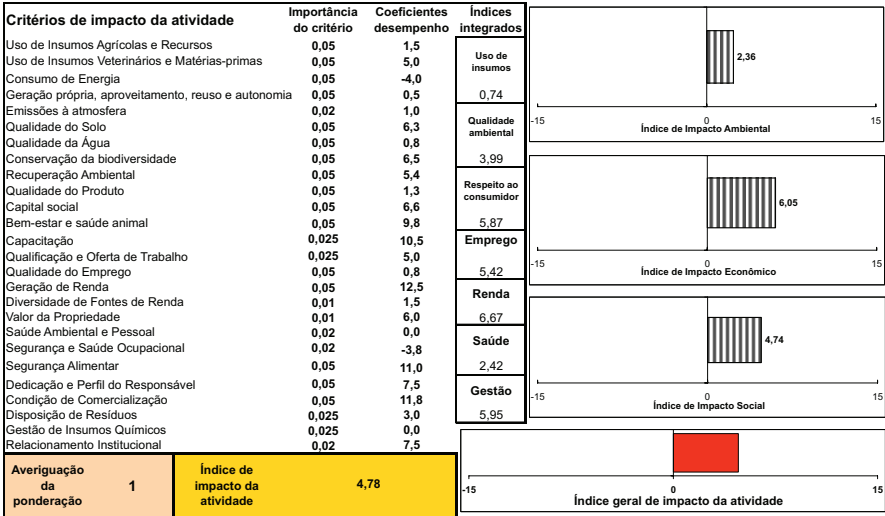


Figura 3. Exemplo de expressão dos Índices de impacto ambiental de uma inovação tecnológica no sistema Ambitec-Agro, aplicado a estudo de caso sobre integração lavoura-pecuária-floresta.

As contribuições do Sistema Ambitec-Agro podem ser listadas como (i) melhorar a compreensão de pesquisadores, produtores rurais e gestores sobre as implicações ambientais do desenvolvimento e adoção de inovações tecnológicas agropecuárias; (ii) introduzir as AIA em nível operacional, seja nas atividades produtivas como nas de P&D, facilitando o entendimento das interações entre inovações tecnológicas e o ambiente produtivo; e (iii) melhorar a aceitação de métodos de AIA, de forma que sistemas teórica e metodologicamente mais sofisticados possam ser propostos e implementados.

---

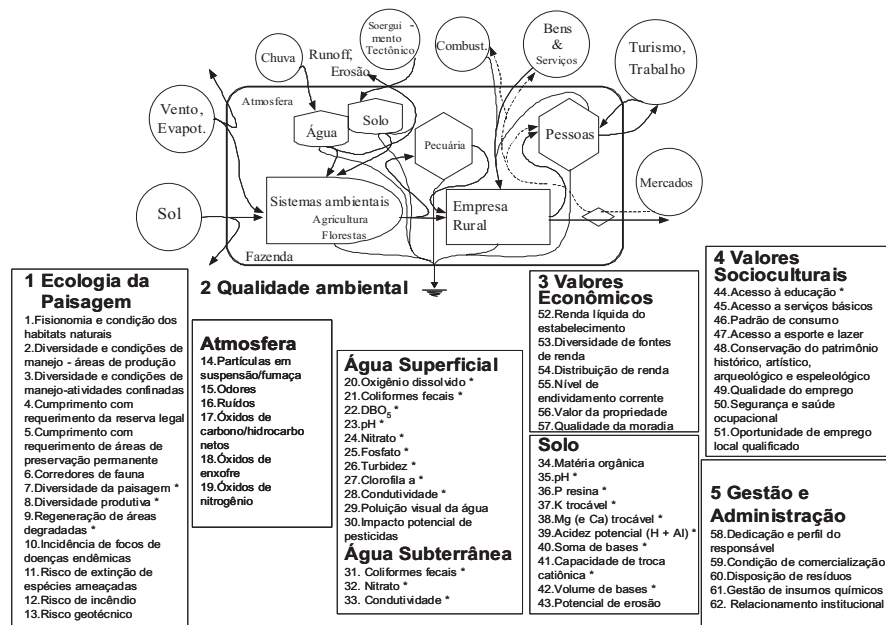
## Método Apoia-NovoRural

Com o objetivo de implementar a gestão ambiental integrada, para atividades produtivas e estabelecimentos, foi desenvolvido um sistema de AIA aplicável à grande variedade de atividades rurais, sejam estas agrícolas ou não agrícolas, e que considera as potencialidades e limitações do ambiente e comunidades locais. O sistema contribui para a adequação de desempenho das atividades produtivas, tecnologias e formas de manejo, adotando-se os seguintes princípios:

- Ser aplicável à ampla variedade de atividades rurais, nas mais diversas regiões e situações produtivas, na escala específica do estabelecimento rural;
- Contemplar indicadores objetivos e quantitativos, em número adequado e suficiente para uma visão sistêmica dos aspectos ecológicos, econômicos, socioculturais e de manejo implicados com o desenvolvimento local sustentável;
- Facilitar a detecção de pontos críticos para correção de manejo;
- Expressar os resultados em uma forma simples e direta para agricultores e empresários rurais, tomadores de decisão e o público em geral;
- Ser informatizado e fornecer uma medida final integrada do desempenho ambiental do estabelecimento rural, contribuindo para a certificação ambiental em atendimento à demanda dos produtores e de suas organizações.

O sistema Apoia-NovoRural (RODRIGUES; CAMPANHOLA, 2003) consta de sessenta e dois indicadores organizados em abordagem sistêmica, agrupados em cinco dimensões de sustentabilidade, quais sejam: (i) Ecologia da paisagem, (ii) Qualidade ambiental (atmosfera, água e solo), (iii) Valores socioculturais, (iv) Valores econômicos e (v) Gestão e administração (Figura 4). A dimensão Ecologia da paisagem se refere à interface do estabelecimento rural com o ambiente natural, e os possíveis efeitos da atividade em avaliação sobre o estado de conservação dos habitats. A dimensão Qualidade ambiental se relaciona, nos compartimentos atmosfera, água e solo, à geração de resíduos e poluentes nas unidades produtivas do estabelecimento. A dimensão Valores

econômicos se refere aos atributos da renda e valorização do estabelecimento. A dimensão Valores socioculturais se refere à qualidade de vida e inserção das pessoas nos processos produtivos. Finalmente, a dimensão Gestão e administração se refere à interface entre o empreendimento e os mercados, relacionando-se à dedicação do responsável, condições de comercialização, disposição de resíduos, gestão de insumos e relacionamentos institucionais.

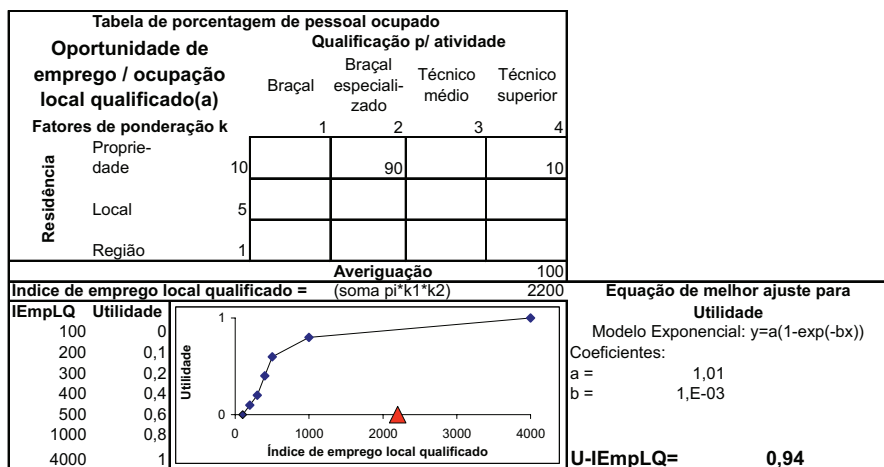


**Figura 4.** Inserção das dimensões de sustentabilidade para integração de indicadores do sistema Apoia-NovoRural, segundo enfoque sistêmico de um estabelecimento rural - Fontes externas de matéria e energia são associadas a estoques internos, unidades ambientais e produtivas da fazenda representada no modelo, que de um lado exporta produtos e recebe a devida compensação dos mercados e, de outro, conecta-se via fluxos de reciclagem, retroalimentação e controle. Apoia-NovoRural – Sistema de avaliação ponderada de impacto ambiental de atividades rurais.

O conjunto de matrizes de ponderação multiatributo (escala normalizada entre 0 e 1, com linha de base modelada em 0,7 – Figura 5) permite a análise quantitativa e objetiva dos indicadores, em vistorias de campo realizadas com instrumentação analítica e dados gerenciais obtidos em di-



álogo com o produtor rural/responsável pelo estabelecimento. Para os indicadores da dimensão Ecologia da paisagem, técnicas de geoprocessamento (com auxílio de GPS, mapas e imagens de satélite) são aplicadas na composição de croquis dos estabelecimentos estudados, incluindo acessos, limites e infraestrutura, assim como bases para os cálculos de usos agrícolas da terra e fisionomia dos habitats naturais. Indicadores relacionados à qualidade da água e do solo são obtidos em análises de campo e laboratório. Alguns indicadores de qualidade da água ( $O_2$ , pH, condutividade, turbidez) têm sido analisados rotineiramente no campo com sondas multiparâmetro Horiba (U-50). Nitrato e fosfato têm sido analisados com colorímetro de campo Merck RQFlex. Coliformes fecais têm sido estimados com fitas de cultura Tecnobac (AlphaTecnológica). Amostras de água são trazidas ao laboratório para determinação de DBO e de clorofila em espectrofotômetro HACH. Amostras de solo são rotineiramente enviadas a laboratórios de referência para análise de macronutrientes.

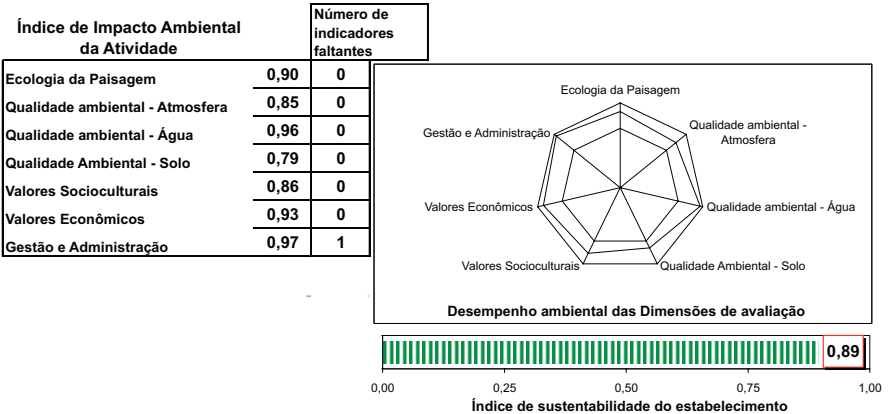


**Figura 5.** Exemplo de matriz de ponderação para o indicador “Oportunidade de emprego local qualificado”, do sistema de indicadores Apoia-NovoRural.

No exemplo à Figura 5, a matriz de ponderação consta de atributos do indicador (qualificação para a atividade e local de residência), fatores de ponderação correspondentes (k), células para entrada de dados, célula de averiguação da correção do preenchimento (que no caso deve ser igual a 100% dos trabalhadores), expressão de cálculo do índice de im-

pacto; tabela de correspondência, gráfico, equação e coeficientes para conversão do índice de impacto para valores de Utilidade (0-1, linha de base sempre modelada em 0,7). Verifica-se, no caso apresentado à Figura 5, que 100% dos empregos gerados pela atividade foram ocupados por trabalhadores residentes na propriedade, sendo 90% em ocupação braçal especializada e 10% em ocupação técnica superior, resultando em um índice de emprego local qualificado igual a 2.200, que corresponde a um índice de desempenho para o indicador, em valor de Utilidade, igual a 0,94.

Resultados de estudos de campo são apresentados em gráficos para cada dimensão considerada, permitindo averiguar o desempenho do estabelecimento para cada indicador comparativamente à linha de base estabelecida (igual a 0,7). Os resultados são então agregados pelo valor médio de Utilidade para o conjunto de indicadores em cada dimensão e expressos em um gráfico-síntese de sustentabilidade nas cinco dimensões (Figura 6).



**Figura 6.** Apresentação gráfica de uma avaliação de impacto ambiental segundo as dimensões de avaliação do Sistema Apoia-NovoRural, com os índices de desempenho ambiental nas diferentes dimensões de sustentabilidade, no âmbito de um estabelecimento rural.

A aplicação do Sistema Apoia-NovoRural consiste em:

1. Identificar os limites espaço-temporais das atividades produtivas a

- 
- serem avaliadas, no âmbito do estabelecimento rural; proceder ao levantamento de usos da terra e estimativas de emissões; coletar amostras de solo e água para análise laboratorial; e obter dados históricos e administrativos com o produtor/responsável;
  2. Inserir os dados nas matrizes de ponderação do sistema, obtendo os índices de impacto referentes aos indicadores, que são convertidos automaticamente para valores de Utilidade (escala de 0 a 1);
  3. Agregar os índices de impacto por análise multiatributo, nas cinco dimensões componentes. Desse modo, se obtém o índice geral da contribuição das atividades produtivas para a sustentabilidade do estabelecimento rural;
  4. Analisar os resultados gráficos apresentados nas planilhas, identificando os indicadores que mais restringem a sustentabilidade, averiguando possíveis desconformidades com a linha de base;
  5. Indicar medidas corretivas, recomendações de adequação tecnológica e de manejo para abatimento dos impactos ambientais negativos e promoção daqueles positivos.

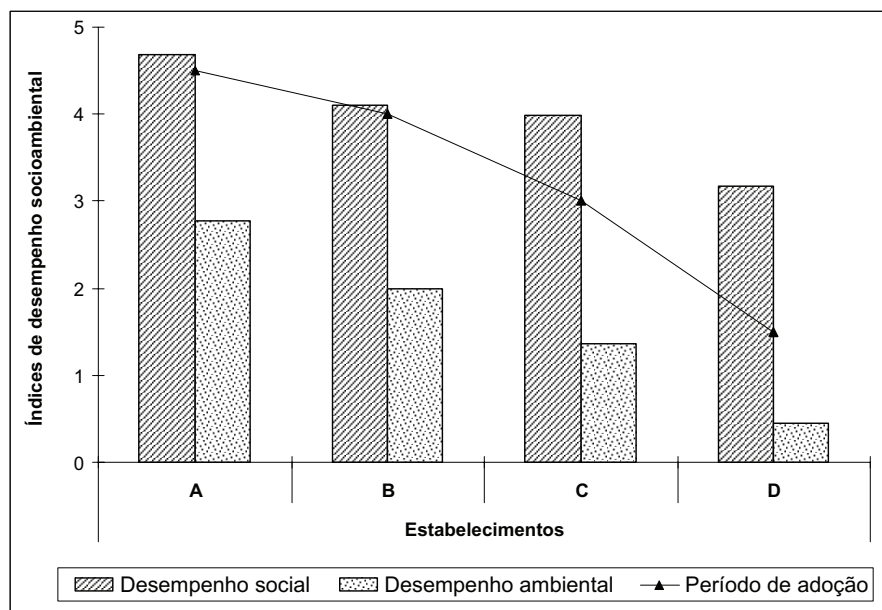
Os resultados de desempenho ambiental das atividades rurais para cada indicador individual oferecem um diagnóstico para o produtor/administrador, apontando a situação de conformidade com padrões ambientais em cada aspecto dos impactos, nas condições do estabelecimento. Os gráficos agregados dos resultados para as diferentes dimensões de sustentabilidade proporcionam aos tomadores de decisão uma visão das contribuições, positivas ou negativas, das atividades produtivas para o desenvolvimento local sustentável, facilitando a definição de medidas de promoção ou controle das atividades, no âmbito do território. Finalmente, o Índice de Impacto Ambiental se configura como uma unidade padrão de desempenho ambiental, servindo como uma medida objetiva para a qualificação e certificação de atividades agropecuárias. O sistema Apoia-NovoRural, portanto, é uma ferramenta útil tanto para os produtores, individualmente ou em grupos organizados, como para os formuladores e gestores de políticas públicas, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável (RODRIGUES et al., 2010b).

## **Estudos de caso em intensificação sustentável na produção leiteira**

Estudos de AIA de práticas de manejo e adoção de tecnologias na produção leiteira têm corroborado as contribuições da intensificação sustentável para a viabilidade dos empreendimentos. Em um exemplo relativo a avaliação da adoção de inovações tecnológicas, um grupo de estabelecimentos rurais participantes de um programa de intensificação produtiva promovido pela Embrapa Pecuária Sudeste foi analisado quanto aos indicadores de desempenho socioambiental (na linha metodológica Ambitec-Agro, RODRIGUES et al., 2006).

Hoje conhecido como programa Balde Cheio, esse sistema de intensificação produtiva consiste em transferência de tecnologia e capacitação continuada de extensionistas rurais, que se empenham na implementação de um conjunto de práticas de manejo e de gestão, que podem ser brevemente descritas como segue: manejo intensivo de pastagens tropicais, com ou sem uso de irrigação durante a época quente do ano e complementação com volumoso (cana-de-açúcar, palma forrageira ou silagem de milho) na época seca e uso de alimentos concentrados e subprodutos na dieta. Ênfase no conforto térmico e acessibilidade a fontes de água e suplementos, com sombreamento das áreas de descanso e preferência ao pastejo noturno e nas primeiras horas da manhã. Aplicação de sistemas de gestão e controle reprodutivo do rebanho (quadro dinâmico circular), da rotação dos piquetes e do fluxo de caixa; seleção e melhora do rebanho, estruturação (equilíbrio entre animais de produção e de recria) e planejamento das parições, entre outras intervenções adaptadas a cada caso ou região. O projeto Balde Cheio é desenvolvido pela Embrapa desde 2001 e tem como base alguns fatores chave: a) registro e monitoramento de dados zootécnicos e econômicos, b) testes e experimentação no âmbito da propriedade, c) adaptação e recombinação de alternativas tecnológicas a cada situação, d) intensa troca de informações entre os técnicos e produtores de várias regiões e e) preocupação quanto ao ritmo da introdução tecnológica de cada produtor (NOVO et al., 2014).

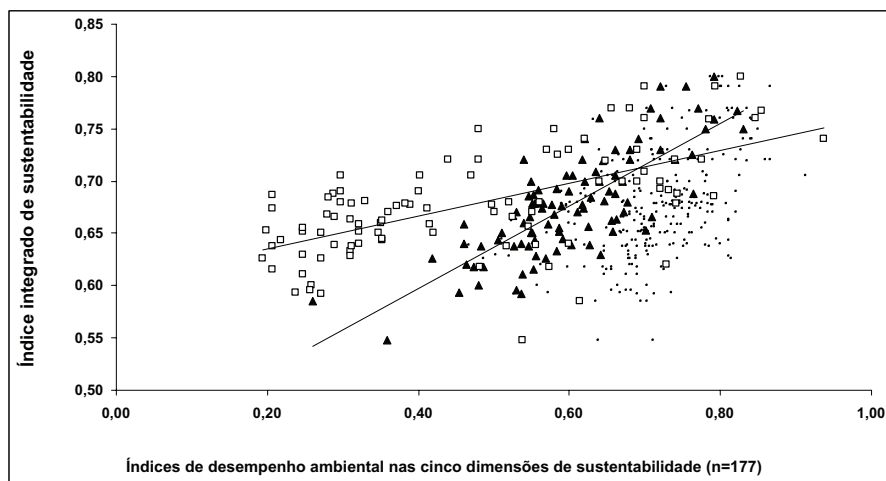
Conforme resultado das AIA, essa proposta intensificação tecnológica para produção leiteira (Programa Balde Cheio) resultou em índices positivos de desempenho socioambiental nos estabelecimentos participantes do estudo, indicando mérito para transferência e adoção. Um ponto de destaque dos resultados foi que as amplitudes dos índices de desempenho socioambiental mostraram-se diretamente relacionadas com o período de adoção das inovações (Figura 7), atestando a influência direta das ações de transferência de tecnologia.



**Figura 7.** Médias dos índices de desempenho socioambiental e período de adoção de práticas de intensificação produtiva em estabelecimentos de produção leiteira.

Estudos de avaliação ponderada de impacto (Apoia-NovoRural) para gestão ambiental em estabelecimentos de produção leiteira têm apontado variados níveis de desempenho, com importantes fragilidades de gestão ainda prevalentes (COSTA E SILVA et al. 2015). As inovações de intensificação sustentável, a sua vez, atestam importantes vantagens produtivas e resultados positivos de desempenho em todas as dimensões de sustentabilidade analisadas. Por exemplo, uma Unidade de Referência Tecnológica parceira da Embrapa no programa Balde

Cheio, que tem implantado as técnicas de intensificação sustentável em sistema de produção certificado orgânico (Fazenda Nata da Serra, <http://www.natadaserra.com.br/> - ver Figura 6 para desempenho ambiental), traz à evidência uma importante hipótese de trabalho, no que concerne a avaliação de impacto para gestão ambiental de atividades rurais. Ocorre que, no universo de estudos já realizados segundo a abordagem Apoia-NovoRural, envolvendo desde pequenas unidades produtivas até grandes estabelecimentos rurais, desde comunidades tradicionais e produtores familiares, até empresas de inserção internacional (ver RODRIGUES et al., 2010b), observa-se que as dimensões 'Ecologia da paisagem' e 'Gestão e administração' têm sido aquelas que mais proximamente se correlacionam com o índice integrado de sustentabilidade (Figura 8).



**Figura 8.** Resultados de estudos de caso realizados com o sistema Apoia-NovoRural, mostrando a distribuição geral dos índices de desempenho ambiental nas dimensões consideradas e os índices integrados de sustentabilidade ( $n = 177$ ). As Dimensões com maiores coeficientes de correlação, i.e., Ecologia da paisagem (▲ - coef corr = 0.78) e Gestão e administração (□ coef corr = 0.62) estão enfatizadas (RODRIGUES et al., 2010b).

De um lado, a influência da dimensão Ecologia da paisagem pode ser considerada previsível, dado o maior número de indicadores aí presentes (14 de 62) e certa interação com as condições de Qualidade ambiental, em

especial qualidade da água e da atmosfera. De outro lado, a influência da dimensão Gestão e administração (apenas cinco de 62 indicadores) traz uma interessante hipótese de trabalho – que procedimentos integrados de gestão ambiental permeiam o conjunto de indicadores e promovem a sustentabilidade de forma integrada. Em outras palavras, pode-se assumir que para alcançar a sustentabilidade da agricultura, um bom caminho é promover a gestão ambiental dos estabelecimentos rurais, o que se alcança com a adoção de indicadores de desempenho e sistemas de avaliação de impactos, como estes exemplificados no presente texto.

## Considerações finais

A avaliação de impactos ambientais fornece ferramental metodológico para a realização da gestão sustentável de atividades rurais. Os resultados das AIA representam um instrumento documentado de avaliação de sustentabilidade de atividades rurais, apropriado para a proposição de medidas voltadas à gestão ambiental dos estabelecimentos e ao desenvolvimento local sustentável. Com esse enfoque, as políticas públicas podem ser adaptadas às condições de cada território, com fortalecimento da organização local. Os sistemas de avaliação de impacto ambiental Ambitec-Agro e APOIA-NovoRural incluem a interação dos grupos de interesse relacionados às atividades avaliadas no nível territorial, desde a obtenção das informações sobre os indicadores que geram os índices de impacto das atividades, até a compreensão do papel e do envolvimento dos atores sociais nos processos de melhoria e fortalecimento dos aspectos relacionados ao desenvolvimento local sustentável.

## Referencias

BISSET, R. Methods for environmental impact assessment: a selective survey with case studies. In: A.K. Biswas and Q. Geping. **Environmental Impact Assessment for Developing Countries**. London, Tycooly International: 3-64. 1987.

CANTER, L. W. **Environmental Impacts of Agricultural Production Activities**. Chelsea, MI: Lewis Publishers, Inc., 1986. 382 p.

COSTA E SILVA, M.R.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; PASQUALETO, A. Avaliação do desempenho ambiental de estabelecimentos da pecuária leiteira, Piracanjuba, Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v.11 n.21; p. 2860-2873, 2015.

IBAMA. **Avaliação de Impacto Ambiental: Agentes Sociais, Procedimentos e Ferramentas**. Brasília: IBAMA/DIRPED/DEDIC/DITEC, 1995. 134 p.

IRIAS, L.J.M.; GEBLER, L.; PALHARES, J.C.P.; ROSA, M.F. de; RODRIGUES, G.S. Avaliação de impacto ambiental de inovação tecnológica agropecuária – aplicação do Sistema Ambitec. **Agricultura em São Paulo**. V. 51, n. 1, p. 23-40, 2004.

NOVO, A.; JANSEN, K.; SLINGERLAND, M. The novelty of simple and known technologies and the rhythm of farmer-centred innovation in family dairy farming in Brazil. **International Journal of Agricultural Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 135-149, 2015.

RODRIGUES, G.S. **Avaliação de Impactos Ambientais em Projetos de Pesquisas - Fundamentos, Princípios e Introdução à Metodologia**. Jaguariúna (SP): Embrapa Meio Ambiente, Documentos 14. 1998. 66 p.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C. Sistema integrado de avaliação de impacto ambiental aplicado a atividades do novo rural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 445-451, 2003.

RODRIGUES, G.S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P.C. An Environmental impact assessment system for agricultural R&D. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 23, p. 219-244, 2003.

RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I.A.; TUPY, O.; CAMARGO, A.C.; NOVO, A.L.M.; BONADIO, L.F.; TOKUDA, F.S.; ANDRADE, E.F.; SHIOTA, C.M.; SILVA, R.A.da. Avaliação sócio-ambiental da integração tecnológica Embrapa Pecuária Sudeste para produção leiteira na agricultura familiar. **Agricultura em São Paulo**. v. 53. n.2. p. 35-48. 2006.



---

RODRIGUES, G.S.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; AVILA, A.F.D. An environmental impact assessment system for agricultural research and development II: institutional learning experience at Embrapa. **Journal of Technology Management & Innovation**. v.5, n.4, p. 38-56, 2010a.

RODRIGUES, G.S.; RODRIGUES, I.A.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; de BARROS, I. Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 30, n. 4, p. 229-239. 2010b.

SURHEMA-GTZ. **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**. Curitiba, PR: Secretaria Especial do Meio Ambiente, 1992.

# CAPÍTULO 11

## **“Pesquisar para Conhecer e Crescer na Produção do Leite”**

*Ernesto Ênio Budke Krug*

### **Introdução**

A busca de informações e análise da realidade a respeito da produção do leite são decisões acertadas para uma melhor tomada de decisão na escolha de ações prioritárias para alcançar o pleno e mais rápido desenvolvimento da Cadeia Produtiva do Leite e das Unidades Produtoras (UPs). Essa busca somente é possível através de pesquisas e levantamentos de dados e informações obtidas em campo. Para reivindicar planos ou programas governamentais ou elaborar um Planejamento Estratégico em qualquer dos elos da Cadeia Produtiva do Leite tanto em nível de unidade produtora (UP), transportador, indústria, distribuidor quanto de mercado, é imperioso realizar levantamentos ou pesquisas de informações e dados das diferentes realidades do campo. Em nível de empresa de laticínios é preciso, conhecer o perfil tecnológico das UPs, para poder elaborar um bom Planejamento Estratégico. Na sequência é planejar Ações da Assistência Técnica e Gerenciais e Identificar as Unidades Produtoras “*benchmarking*” (as melhores UPs em indicadores de desempenho técnico, econômico e financeiro), podendo assim promover o melhoramento contínuo das Unidades Produtoras de leite. Com estes objetivos, foi recentemente realizado no Rio Grande do Sul, um levantamento geral da Cadeia Produtiva do Leite pelo Instituto Gaúcho do Leite (IGL/Emater) e em 2014, a Cosulati (Cooperativa Sul-Riograndense de Laticínios) realizou uma ampla e minuciosa pesquisa junto aos seus cooperativados, abrangendo 45 municípios de sua área de atuação.

---

## Antecedentes e metodologia

A carência de informações concretas sobre as UPs ou propriedades rurais de produção de leite é uma realidade tanto em nível de Brasil e Rio Grande do Sul, como de municípios e empresas de laticínios. No Rio Grande do Sul, houve um importante levantamento da Cadeia Produtiva do Leite que foi publicado em 1976 denominado, Programa Agroindústria do Rio Grande do Sul: Leite e derivados.

Em 1980, realizamos um amplo estudo que foi publicado pela Unisinus, denominado “O Complexo Agroindustrial do Leite no Rio Grande do Sul”.

Em 2000, realizamos a primeira grande pesquisa, chamada “Conhecer para Crescer” na Elegê Alimentos. Esta pesquisa teve abrangência significativa da produção e produtores do Rio Grande do Sul, onde 15.378 produtores devolveram um questionário, devidamente preenchido, com 115 perguntas. Estes produtores representavam 47,5% da produção total do leite recebido. Esta pesquisa identificou o perfil tecnológico geral das UPs e por sistema de produção de leite. O resultado dessa análise resultou na publicação do nosso livro “Sistemas de Produção de Leite: Identificação de *Benchmarking*”, e serviu de base para realizar o Planejamento Estratégico e Planos de Ação de Assistência Técnica que levaram a Identificação dos Produtores de Leite *Benchmarking* da empresa.

Em 2014, realizamos pesquisa idêntica na área de ação dos 45 municípios da Cosulati que possui 1961 produtores de leite, aos quais foi enviado um questionário com 105 perguntas. Retornaram 730 questionários (37%) devidamente preenchidos. Esta pesquisa identificou o perfil tecnológico geral das UPs por extratos de produção (até 200; L 200 a 700 L e acima de 700 L). Realizamos a análise dessa pesquisa que serviu para a elaboração do Planejamento Estratégico e a Criação do MCAT (Modelo Cosulati de Assistência Técnica e Gerencial) da Cosulati.

De 22 de Abril a 13 de Maio 2015, o IGL (Instituto Gaúcho do Leite) e a Emater realizaram um levantamento geral através das diferentes entidades (Cooperativas, Sindicatos, Prefeituras, Secretarias Municipais, Sin-

dicatos dos Trabalhadores, Sindicatos Rurais, Inspetorias, Conselhos Municipais, Indústrias), com o apoio de suas 35 entidades que constituem o IGL, cujos resultados foram apresentados no dia 28 de maio na Audiência Pública da Assembleia Legislativa do Estado, durante a Expoleite em Esteio, cujo documento foi chamado Relatório Socioeconômico da Cadeia Produtiva do Leite do Rio Grande do Sul. Os dados deste relatório servirão para direcionar as ações prioritárias do IGL no Rio Grande do Sul.

No próximo item, analisam-se alguns aspectos relevantes desse trabalho e outras pesquisas realizadas em 2000 e 2014.

## **Análise de alguns aspectos relevantes das pesquisas**

A análise ampla dos diferentes aspectos apresenta limitações porque muitos fatos não foram pesquisados nos diferentes estudos. Mas, muitas coisas podem ser analisadas e servem para definir ações prioritárias e realizar um Planejamento Estratégico, visando à tomada de decisão para a inovação nos diferentes elos da Cadeia Produtiva do Leite. A seguir, realiza-se uma análise de alguns aspectos relevantes das pesquisas realizadas em 2000, 2014 e 2015 e de outras informações, pertinentes que se pode observar na Tabela 1.

### **Números de produtores e produção de leite entregue a indústria**

No Brasil existem 1,167 milhão de produtores que entregam leite ou industrializam leite, alcançando uma produção de 24,769 bilhões de litros/ano (IBGE, 2014). No Rio Grande do Sul, são 84.536 produtores, entregando 4,2 bilhões de litros/ano (IGL/EMATER, 2015). Isto significa que o Rio Grande do Sul, participa com 16,98% da produção captada e 9,08% dos produtores de leite do Brasil. O Estado é o 2º maior produtor de leite do País. O Rio Grande do Sul tem crescido em produção mais que os demais Estados da Federação. Nos últimos 12 anos o Estado teve um crescimento médio anual de 7,55% ao ano e o Brasil, no mesmo período, apresentou o crescimento de 5,25% ao ano. (IBGE, 2014).

---

## **Áreas médias de terras e de produção de leite das unidades produtoras de leite (UPs)**

A área média de terras das UPs no Estado é de 20 ha. Em 2000, essa média era de 28,81 ha e destinavam a atividade leiteira 10,08 ha, ou seja, 34,98% do total da área de terras. Já na região da Cosulati a área média é de 40,19 ha e destina para o leite 53,56%, ou seja, 21,62 ha de terra. Portanto, bem superior à média do Estado. As UPs do Sistema Intensivo confinado apresenta o maior percentual (78,52%) de terras destinadas a atividade leiteira (Tabela 1).

A produção média/dia de leite entregue a indústria pelas UPs das 13 maiores empresas de laticínios do Brasil é de 314 L/dia e da maior empresa é de 618 L/dia (LEITE BRASIL, 2015). No Rio Grande do Sul a média diária de entrega/UP é de 137,90 L que em 2000 era de 79,60 L e na Cosulati essa média é de 124,76 L (Tabela 1). Constata-se pelos dados que a média de entrega/dia aumentou os últimos 10 anos. Já a média de entrega de leite/UP das 13 maiores empresas é maior do que o dobro da média do Rio Grande do Sul.

Os baixos volumes ou escalas de entregas diárias de leite oneram o custo do frete e elevam os custos operacionais para as empresas captadoras de leite. Isto é uma grande preocupação para as empresas, ainda mais, quando observamos que as UPs, no extrato de entrega de leite até 200 L/dia, representa 73,9% do total dos produtores de leite do Estado.

## **Produção média de leite/ha/ano e por vaca/dia/ano e da mão de obra nas ups**

A produção média/ha/ano é muito baixa quando comparada com produtores que produzem mais de 30.000 L/ha/ano. No Estado em 2000, essa média alcançava 2.882 e na Cosulati é de 1.986,83 L. A produtividade por área aumenta com o crescimento da escala de entrega de leite e o Sistema de Produção Intensivo Confinado é o que apresenta o maior coeficiente desse indicador. No levantamento do IGL/Emater esse dado não foi levantado.

A produção média por vaca ordenhada no Brasil é de 4,4 L/dia (IBGE, 2014) e no Rio Grande do Sul essa média é mais que o dobro e alcança 10,6 L/vaca. Assim também, a produtividade da mão de obra é muito baixa embora tenha crescido, alcança 69 L/Eq. homem. Em nosso estudo de *Benchmarking* em 2000 a média da melhor UP alcançava 535,75 L/Eq. Homem. A produtividade média da mão de obra é muito baixa. Além disto, a mão de obra é escassa e de baixa qualificação.

### **Rebanho de vacas e raças**

A participação de vacas da raça Holandesa predomina no Rio Grande do Sul com 58,4% ou seja, 8 vacas e a Jersey com 16,3% ou seja 2 vacas e as demais raças, representam 25,02%. Na Cosulati a raça Holandesa - sobre o total do rebanho da UP - participa com 49% e a Jersey com 39%. Na região de atuação Cosulati a raça Jersey tem a maior participação no Estado. O número de vacas/UP também é pequeno. Em 2000, era de 10 vacas/UP passando para 14 vacas em 2015, embora esse número poderia ser bem maior ainda em função da área das UPs e consequentemente se teria uma maior produção de leite no Estado.

### **Lotação**

A lotação de animais por área (UA/ha) é muito baixa em todas as pesquisas. Em 2000, era de 1,02 UA/ha no Estado e na Cosulati é de 1,34 UA/ha. Em nossos estudos de *Benchmarking*, este indicador alcançou 5,8 UA/ha. A lotação média do Estado é baixa porque a produção de forrageiras por hectare é pequena devido à falta de adubação adequada, correção de solo e manejo inadequado das pastagens.

### **Inseminação artificial**

O coeficiente de uso da Inseminação Artificial das UPs é de 77%. Índice elevado e é semelhante em todas as pesquisas. Mas ele não avalia o nível de uso da inseminação artificial no rebanho, a eficiência e nem a frequência e tampouco a presença de touro nas UPs.

---

## **Ordenhadeira balde ao pé e canalizada e uso de resfriadores**

No uso de ordenhadeira mecânica balde ao pé e canalizada aumentou sensivelmente, passando de 52,8% em 2000, para 74% em 2015 no Estado. Na Cosulati este coeficiente é de 85%. O uso de ordenhadeira mecânica canalizada era 3,08% (2000), passando para 14,4% (2015) (Tabela 1). Mesmo assim, ainda tem muito a crescer na medida em que cresce o rebanho de vacas ordenhadas/UP.

O uso de resfriadores de expansão direta (a granel), passou de 3,85% em 2000 para 72,30% em 2015. O uso de resfriadores de expansão indireta (imersão) reduziu de 58,51% para 22,60% (2015) (Tabela 1). Este coeficiente melhorou significativamente nos últimos 10 anos. Esse fato deve-se às exigências da IN62 e do início do pagamento de leite por qualidade pelas empresas.

## **Participações da mulher na atividade leiteira**

A participação da mulher como responsável pela atividade nas UPs também aumentou em relação a 2000, onde esse indicador passou de 41,39% (2000) para 59% no caso da Cosulati (2014). (Tabela 1). Portanto, a participação das mulheres na condução do negócio leite vem crescendo rapidamente.

## **Considerações gerais**

Pesquisas, levantamentos e estudos frequentes e regulares são indispensáveis para o desenvolvimento mais rápido da Cadeia Produtiva e das Unidades Produtoras, bem como para fundamentar pleitos de programas governamentais e elaborar Planejamentos Estratégicos e planos de ações de Assistência Técnica e Gerencial às Unidades Produtoras.

A importância socioeconômica do leite para o Rio Grande do Sul é inquestionável. Em 94% dos municípios existe produção e venda de leite. Outra constatação do levantamento é que dos 84.536 produtores, 95% são agricultores familiares.

---

A produção, produtividade e escalas de produção das Unidades Produtoras vêm crescendo e deverá continuar a crescer rapidamente, mas a saída de produtores de leite também continua acontecendo. A inovação tecnológica nas UPs é imperiosa para viabilizar a profissionalização e competitividade das UPs e o interesse do jovem no meio rural.

Muitos outros aspectos poderiam ser abordados sobre os diferentes dados levantados tanto nas pesquisas como no Relatório Socioeconômico da Cadeia do Leite. Mas não se consegue comparar muitos dados porque carecem de informações atuais mais aprofundadas.

A falta de qualificação de mão de obra, a sucessão familiar, a falta e a queda de energia elétrica nas UPs, o acesso às propriedades e trafegabilidade das estradas, a pequena escala de produção e a falta de qualidade do leite, são alguns gargalos das Unidades Produtoras de Leite. Muitos fatores fogem a ação do Produtor, mas outros dependem dele, como por exemplo a profissionalização do produtor. O produtor precisa ser criativo inovar e buscar produtividade em todas as tarefas ou atividades que desenvolve. É momento de refletir, mudar e passar a fazer aquilo em que consegue ser mais eficiente e competitivo. Repensar o modelo de negócio e decidir o que quer ser: produtor de leite, prestar serviço de recria, produtor de alimentos (feno, silagem, grãos), prestador de serviço de corte de forrageiras, transporte e ensiladeira ou enfardadeira.

É importante que pesquisas dessa natureza sejam realizadas com mais frequência e com regularidade abrangendo os diferentes aspectos da cadeia de leite. Isso possibilita sugerir políticas públicas, realizar um Planejamento Estratégico, e elaborar Planos de ações de Assistência Técnica e Gerencial, promovendo o melhoramento contínuo das UPs, tornando-as viáveis técnica e economicamente e por consequência mais competitivas.



**Tabela 1.** Coeficientes técnicos e econômicos médios selecionados por sistema de produção das unidades produtoras (UPS), média geral, 2000, (1) e média geral da pesquisa Cosulati, 2014 (2) e relatório igl/emater, 2015 (3).

Discriminação	Sistemas De Produção				Média Geral		
	Intensivo		Extensivo		Sistemas 2000(1)	Cosulati, 2014(2)	IGL/Emater, 2015(3)
	Confinado	Semi Confinado	A Pasto	A Campo			
1. Área total/UP/ha	52,25	27,37	31	25	28,81	40,19	20,00
2. Área destinada ao Leite (ha)	32,8	9,63	10,83	8,04	10,08	21,52	-
3. Área destinada ao leite (%)	78,52	43,5	41,55	54,79	34,98	53,56	-
4. Prod. de alim. (kg MS/ha/ano)	13.770	10.390	9.800	7.110	10.330,00	6.620,00	-
5. Prod. diária de leite/UP (l)	786	85,22	77,11	38,66	79,6	124,76	137,90
6. Mês de maior prod. de Leite	9	8	8	12	8	10	-
7. Mês de menor prod. de Leite	4	4	4	4	4	6	-
8. Prod. de leite/ha/ano/UP (l)	8.747	3.230	2.599	1.755	2.882,00	1.986,83	-
9. Prod. leite/vaca em lac./dia (l)	17,74	11,08	10,05	7,41	10,53	8,80	-
10. Prod. leite/dia/total vacas (l)	13,46	8,12	7,24	5,15	7,64	6,23	10,60
11. Prod. diária/homem (l/Eq. h)	196,5	37,4	34,1	16,68	35,22	60,24	69,00
12. Animais p/ leite (cab)	102,2	16,68	16,94	12,27	16,6	31	-
13. Unidades animais/UP (n°)	81,38	13,4	13,6	9,47	13,3	22	-
14. Total de vacas/UP (cab)	58,4	10,49	10,65	7,51	10,42	20	14
15. Vacas em lac./UP (cab)	45,00	7,69	7,74	5,22	7,56	14	-
16. Vacas secas/UP (cab)	13,4	2,8	3,6	2,29	2,86	6	-
17. Machos/UP (cab)	3,1	2,2	2,43	2,13	2,29	2	-
18. Terneiras/novilhas/UP(cab)	40,7	6,63	6,8	5,1	6,64	11	-
19. Rel. vacas em lac./tot.vacas (%)	77,5	73,31	72,68	69,51	72,55	68,00	-
20. Animais raça Holandesa/Up (cab)	98,01	10,19	9,13	4,37	9,47	15	8
21. Animais raça Jersey/UP(cab)	1,53	2,44	2,72	2,07	2,54	12	2
22. Animais raça mista (cab)	2,66	3,91	4,6	5,35	4,32	4	4
23. Lotação (UA/ha)	2,48	1,39	1,26	1,18	1,34	1,02	-
24. Uso de Insemin. Artif. (%)	100	81,82	77,75	56,21	78,62	78,30	77,00
25. Doses sêmen/prenhez (n°)	1,61	1,49	1,51	1,69	1,51	1,90	-
26. Idade do 1° parto (mês)	24,4	28,23	28,26	29,36	28,29	33,00	-
27. Intervalo entre partos (mês)	12,56	13,75	13,82	14,29	13,81	-	-
28. Taxa de natalidade (%)	83	78	74	70	76	63	-
29. Taxa mort. de terneiros (%)	5,65	11	11,65	16,4	11,46	7,00	-
30. Ordenhad. mec. balde ao pé (%)	30	51,84	48,55	26,78	49,00	70,00	59,00
31. Ordenhad. mec. Canalizada (%)	70	3,65	2,56	0,97	3,08	15,00	14,40
32. Resfriadores de imersão (%)	30	58,61	61,36	36,67	58,51	61,00	22,60
33. Resfriadores a granel (%)	70	4,89	2,9	0,84	3,85	20,00	72,30
34. Realiza vacinações (%)	80	49,66	56,29	47,89	52,4	77,00	-
35. Realiza controles contábeis (%)	60	22,83	20,93	9,41	21,25	20,00	-
36. Realiza treinamento (%)	70	39,43	40,81	18,34	38,83	30,00	-
37. Participa de grupo associat. (%)	90	70,47	68,47	54,16	68,7	13,00	-
38. Recebe assistência técnica (%)	100	58,05	56,49	33,42	56,02	57	-
39. Respos. pela ativ. Homem (%)	20,00	43,46	52,19	39,2	46,92	41	-
40. Resp. pela ativ. mulher (%)	30,00	43,98	37,09	51,87	41,39	59	-
41. N° pessoas que trabalham na ativ.	4	2,28	2,26	2,07	2,26	2	2
42. Receita Bruta do Leite/UP/mês	6.602,40	623,81	564,45	282,99	582,67	-	-
43. Participação UPs/total (%)	0,07	51,44	43,09	5,4	100	-	-

(1) Sistema de Produção de Leite: Identificação de *Benchmarking*: KRUG, Ernesto;  
(2) Cosulati, Pesquisa Conhecer para Crescer, 2014; (3) Relatório Socioeconômico da Cadeia do Leite do Rio Grande do Sul, IGL/Emater, 2015.

---

## Referencias

RIO GRANDE DO SUL. **Programa Agroindustrial Rio Grande do Sul**. Leite e derivados – Termo de referencia. Porto Alegre. FEE, 1976,61p.

KRUG, Ernesto Ênio Budke. **O complexo Agroindustrial do leite no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Unisinos, 1980.150p.

KRUG, Ernesto Ênio. **Sistema de Produção de leite: Identificação de Benchmarking**. Porto Alegre: Pallotti,2001. 256p.

KRUG, Ernesto Ênio Budke e KLIKIS, Valdair. **Os melhores do Leite: Coeficientes técnicos e econômicos: Prática, Processo e Procedimentos Benchmarking**. Santa Maria: Pallotti, 2003. 296p.

INSTITUTO GAÚCHO DO LEITE E EMATER/RS. **Relatório Socioeconômico da Cadeia do Leite no RS**. Porto Alegre. 2015 (MIMEO).

COSULATI - COOPERATIVA SUL-RIOGRANDENSE DE LATICÍNIOS. **Pesquisa conhecer para Crescer**, Pelotas. 2015 (MIMEO).



# CAPÍTULO 12

## Fundamentos e perspectivas do desenvolvimento sustentável e do uso de indicadores de sustentabilidade em propriedades leiteiras

*Fábio Homero Diniz, William Fernandes Bernardo, Sérgio Rustichelli  
Teixeira, Marne Sidney de Paula Moreira*

### Introdução

O debate sobre a importância do papel da natureza no desenvolvimento da sociedade vem sendo feito desde filósofos gregos pré-socráticos do século VI A.C. Este assunto passa pelos teóricos econômicos clássicos dos séculos XVIII e XIX quando consideram a importância dos recursos fornecidos pela natureza como fontes de riqueza, porém sem considerar o desgaste e destruição dos mesmos e a necessidade do seu uso racional (SANTANA, 2012). Somente em meados do século XX, veio à tona a preocupação com a questão ambiental relacionada aos atores do sistema social, considerando não apenas o modo de produção, mas também o meio de vida das pessoas (CAMARGO, 2002).

Um dos marcos da difusão do debate sobre questões ambientais foi a publicação do livro *Primavera Silenciosa (Silent Springs)*, em 1962, pela bióloga Rachel Carlson, funcionária do governo americano, denunciando os estragos causados pelo uso do DDT e de outros agrotóxicos. Esta iniciativa contribuiu para a proibição do DDT nos EUA e, posteriormente, para a criação da EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (CAMARGO, 2002).

No final dos anos 60, por iniciativa do economista e industrial italiano Aurelio Peccei, foi criado o Clube de Roma, organização composta por cientistas, políticos, educadores, industriais, chefes de estado e instituições internacionais, com o objetivo de discutir questões referentes

ao crescimento econômico, o desequilíbrio entre a disponibilidade de recursos essenciais e a crescente demanda pela população, a expansão urbana, a rejeição a valores tradicionais e os danos ambientais. Baseado nesta discussão e em função da complexidade em tratar estes assuntos de forma isolada, um modelo computacional foi desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) para analisar de modo integrado todas as causas e consequências da interação de cinco subsistemas globais: população, produção de alimentos, produção industrial, poluição e consumo de recursos naturais não renováveis. Os resultados desta análise foram publicados, em 1972, no relatório intitulado "Limites do Crescimento" (*The Limits to Growth*), organizado por D. Meadows e outros, no qual cenários desafiadores foram apresentados para a sustentabilidade global (CORAZZA, 2005; TURNER, 2008). As teses e conclusões básicas do grupo de pesquisadores que elaboraram o relatório foram (BRÜSEKE, 1995):

1. Mantendo as atuais tendências de crescimento da população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos e diminuição de recursos naturais, os limites de crescimento do planeta serão alcançados algum dia dentro dos próximos cem anos. O resultado mais provável será um declínio súbito e incontrollável, tanto da população quanto da capacidade industrial.
2. É possível modificar estas tendências e formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica. O estado de equilíbrio global poderá ser planejado de tal modo que as necessidades materiais básicas de cada pessoa na Terra sejam satisfeitas e que cada pessoa tenha igual oportunidade de alcançar seu potencial humano individual.
3. Se a população do mundo decidir empenhar-se em obter este segundo resultado, em vez de seguir pelo caminho do primeiro, quanto mais cedo ela começar a trabalhar para alcançá-lo, maiores serão suas possibilidades de êxito.

Embora tenha sido alvo de críticas por diversos cientistas e economistas, este relatório impulsionou o debate mundial sobre os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

## **Ecodesenvolvimento e sustentabilidade**

O debate sobre sustentabilidade estimulado pelo relatório “Limites do Crescimento”, direcionou a realização da primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente em Estocolmo, ainda em 1972, cujas discussões foram sobre o crescimento populacional, o processo de urbanização e a tecnologia envolvida na industrialização. Um dos principais resultados da Conferência foi a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Atualmente operando como um catalisador das atividades de proteção ambiental dentro das Nações Unidas, o PNUMA tem como principais objetivos monitorar o estado do meio ambiente global; alertar povos e nações sobre problemas e ameaças ao meio ambiente e recomendar medidas para melhorar a qualidade de vida da população sem comprometer os recursos e serviços ambientais das gerações futuras (DEBALI, 2009).

O termo ecodesenvolvimento foi utilizado pela primeira vez pelo Secretário da Conferência de Estocolmo, Maurice Strong, para caracterizar uma concepção alternativa de política do desenvolvimento. O economista Ignacy Sachs aprofundou a discussão conceituando ecodesenvolvimento como “desenvolvimento endógeno e dependente de suas próprias forças, tendo por objetivo responder a problemática da harmonização dos objetivos sociais e econômicos do desenvolvimento com uma gestão ecologicamente prudente dos recursos e do meio” (MONTIBELLER FILHO, 1993). Nesse sentido, Cavalcanti (1994) considera que sustentabilidade significa a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema. Para Sachs os princípios básicos desta nova proposta de desenvolvimento, compreendida no âmbito da sustentabilidade, integra uma visão holística da realidade, elencando, inicialmente, cinco dimensões a serem consideradas (SACHS, 1993):

1. Sustentabilidade social: é entendida como a criação de um processo de desenvolvimento que seja sustentado por outro processo. A meta é construir uma civilização com maior equidade na distribuição de renda e de bens, de modo a reduzir o abismo entre os padrões de vida dos ricos e dos pobres.

- 
2. Sustentabilidade econômica: deve ser tornada possível por meio da alocação e do gerenciamento mais eficiente dos recursos e de um fluxo constante de investimentos públicos e privados. A eficiência econômica deve ser avaliada em termos macrossociais, e não apenas através do critério da rentabilidade empresarial de caráter micro-econômico.
  3. Sustentabilidade ecológica, que pode ser melhorada utilizando-se das seguintes ferramentas:
    - Intensificar o uso do potencial de recursos dos diversos ecossistemas, com um mínimo de danos aos sistemas de sustentação da vida;
    - Limitar o consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos que são facilmente esgotáveis ou danosos ao meio ambiente, substituindo-os por recursos ou produtos renováveis e/ou abundantes, usados de forma não agressiva ao meio ambiente;
    - Reduzir o volume de resíduos e de poluição por meio da conservação de energia e de recursos e da reciclagem;
    - Promover a autolimitação no consumo de materiais por parte dos países ricos e dos indivíduos em todo o planeta;
    - Intensificar a pesquisa para a obtenção de tecnologias que gerem baixo teor de resíduos e eficientes no uso de recursos para o desenvolvimento urbano, rural e industrial;
    - Definir normas para uma adequada proteção ambiental, desenhando a máquina institucional e selecionando o composto de instrumentos econômicos, legais e administrativos necessários para o seu cumprimento.
  4. Sustentabilidade espacial: dirigida para a obtenção de uma configuração rural-urbana mais equilibrada e uma melhor distribuição territorial de assentamentos urbanos e atividades econômicas, com ênfase no que segue:
    - Reduzir a concentração excessiva nas áreas metropolitanas;
    - Frear a destruição de ecossistemas frágeis, mas de importância vital, através de processos de colonização sem controle;
    - Promover a agricultura e a exploração agrícola das florestas através de técnicas modernas, regenerativas, por pequenos agricultores, notadamente através do uso de pacotes tecnológicos adequados, do crédito e do acesso a mercados;

- Explorar o potencial da industrialização descentralizada, acoplada à nova geração de tecnologias, com referência especial às indústrias de biomassa e do seu papel na criação de oportunidades de emprego não agrícolas nas áreas rurais;
  - Criar uma rede de reservas naturais e de biosfera, para proteger a biodiversidade.
5. Sustentabilidade cultural: considera a procura de raízes endógenas de processos de modernização e de sistemas agrícolas integrados, processos que busquem mudanças dentro da continuidade cultural e que traduzam o conceito normativo de ecodesenvolvimento em um conjunto de soluções específicas para o local, o ecossistema, a cultura e a área.

## Desenvolvimento sustentável: origem e definição

O termo desenvolvimento sustentável (compreendido como termo equivalente ao ecodesenvolvimento) foi primeiramente apresentado na publicação *World Conservation Strategy – Living Resource Conservation for Sustainable Development*, preparada pela IUCN, WWF e UNEP, com o apoio da FAO e Unesco (ALLEN, 1980). É proposta neste trabalho a harmonização entre o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente, enfatizando a conservação dos ecossistemas naturais, a biodiversidade e a utilização racional dos recursos naturais.

Em 1987, a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas, na Noruega, elaborou um documento denominado “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*) também conhecido como Relatório Brundtland, onde os governos signatários se comprometiam a promover o desenvolvimento econômico e social em conformidade com a preservação ambiental (BRUNDTLAND, 1987). Partindo de uma visão complexa das causas dos problemas socioeconômicos e ecológicos da sociedade global, o relatório interliga economia, tecnologia, sociedade e política e chama também atenção para uma nova postura ética, caracterizada pela responsabilidade tanto entre as gerações quanto entre os membros contemporâneos da sociedade atual (BRÜSEKE, 1995). Entre os resultados positivos estavam a expectativa de vida crescente, a



mortalidade infantil decaindo, o maior grau de alfabetização, inovações técnicas e científicas promissoras e o aumento da produção de alimentos em relação a o crescimento da população mundial. Por outro lado, o Nosso Futuro Comum apontou uma série de problemas, como o aumento da degradação dos solos, expansão das áreas desérticas, poluição crescente da atmosfera, desaparecimento de florestas, fracasso dos programas de desenvolvimento, entre outros (CAMARGO, 2002).

O relatório apresenta uma lista de medidas a serem tomadas no nível do Estado nacional. Entre elas: a) limitação do crescimento populacional; b) garantia da alimentação em longo prazo; c) preservação da biodiversidade e dos ecossistemas; d) diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que utilizem fontes energéticas renováveis; e) aumento da produção industrial nos países não industrializados à base de tecnologias ecologicamente adaptadas; f) controle da urbanização selvagem e integração entre campo e cidades menores; g) ações voltadas ao atendimento das necessidades básicas da população; O Relatório Brundtland também define metas a serem realizadas no nível internacional, tendo como agentes as diversas instituições internacionais, como: h) as organizações do desenvolvimento devem adotar a estratégia do desenvolvimento sustentável; i) a comunidade internacional deve proteger os ecossistemas supranacionais como a Antártica, os oceanos, o espaço; j) guerras devem ser banidas; k) a ONU deve implantar um programa de desenvolvimento sustentável (BRÜSEKE, 1995). Nesse relatório foi elaborada uma das definições mais difundidas do conceito:

***O desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades. Ele contém dois conceitos-chave: o conceito de “necessidades”, sobretudo as necessidades essenciais dos pobres do mundo, que devem receber a máxima prioridade; a noção das limitações que o estágio da tecnologia e da organização social impõe ao meio ambiente, impedindo-o de atender às necessidades presentes e futuras (BRUNDTLAND, 1987, p. 50-51).***

Entre as críticas a este conceito está a não definição de quais são as necessidades do presente nem quais serão as do futuro. Entretanto, o relatório de Brundtland chamou a atenção do mundo sobre a necessidade de se encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem a redução dos recursos naturais e sem danos ao meio ambiente. Além disso, definiu três princípios básicos a serem cumpridos: desenvolvimento econômico, proteção ambiental e equidade social. Mesmo assim, o referido relatório foi amplamente criticado por apresentar como causa da situação de insustentabilidade do planeta, principalmente, o descontrole populacional e a miséria dos países subdesenvolvidos, colocando somente como um fator secundário a poluição ocasionada nos últimos anos pelos países desenvolvidos (BARBOSA, 2008).

Apesar das críticas, essa proposta conceitual foi consolidada em âmbito mundial durante a II CNUMAD (Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento) em 1992, no Rio de Janeiro, também conhecida como ECO 92 ou Rio 92, sendo amplamente divulgada desde então por meio do movimento ambientalista, de documentos de Estado, de relatórios de organismos internacionais, etc. (DIAS & TOSTES, 2009). Entre os diversos documentos elaborados ao final da conferência está a Agenda 21, que incorporou além das questões ambientais, as questões sociais e dos direitos humanos, contemplando, assim, tanto o conceito de sustentabilidade ampliada quanto à dimensão de sustentabilidade como processo de mudança da realidade atual para o futuro desejado.

A Agenda 21, assinada por 170 países, apresentou 27 princípios inter-relacionados estabelecendo de forma pioneira as bases para alcançar o desenvolvimento sustentável em escala global fixando direitos e obrigações individuais e coletivas em questões relacionadas com o meio ambiente e com o desenvolvimento (DEBALI, 2009). O documento aborda as dimensões sociais e econômicas, tais como a cooperação internacional para acelerar o desenvolvimento sustentável nos países em desenvolvimento, o combate à pobreza, a mudança nos padrões de consumo, a dinâmica demográfica, a saúde e a habitação. Em termos ambientais,

o documento trata da conservação e gestão dos recursos naturais para o desenvolvimento, abordando temas como a proteção da atmosfera, o planejamento e o uso do solo, o combate ao desmatamento das áreas florestadas, a administração dos ecossistemas frágeis, o combate à desertificação, a promoção da agricultura sustentável e do desenvolvimento rural, a conservação da diversidade biológica, a biotecnologia, a proteção dos oceanos, a gestão dos recursos hídricos e o controle no uso dos produtos químicos tóxicos e dos produtos radioativos. Também são tratados os temas relacionados aos principais grupos sociais, tais como as minorias étnicas, as mulheres, as crianças e os jovens, os povos indígenas, a definição de regras para atuação das organizações não governamentais (ONGs), o poder local, os trabalhadores e os sindicatos, as regras para empresas e indústrias, a comunidade científica e tecnológica e as regras de atuação para os agricultores. Por fim, o documento indica os meios para implementação da Agenda 21, tais como os mecanismos e os recursos financeiros, o suporte e a promoção de acessos para transferência de tecnologia, a ciência para o desenvolvimento sustentável, a promoção da educação ambiental, os mecanismos nacionais e internacionais de cooperação para construção de capacidades em desenvolvimento sustentável, os arranjos institucionais internacionais, os mecanismos e instrumentos legais internacionais relacionados a questão ambiental, econômica, política e social para o desenvolvimento e a constituição de bases de informações para apoiar as tomadas de decisões (SIQUEIRA, 2001).

Tendo como base estes princípios, os países signatários foram orientados a elaborar suas próprias Agendas 21 de prioridades. A Agenda 21 brasileira, tendo como uma de suas premissas a abordagem multissetorial e sistêmicas entre as dimensões econômica, social, ambiental e institucional, elegeu os seguintes temas para debate, definição de estratégias de ação e prioridades: a) gestão dos recursos naturais; b) sustentabilidade na agricultura; c) sustentabilidade nas cidades; d) sustentabilidade na infraestrutura e na integração regional; e) sustentabilidade ampliada e desigualdades sociais; e f) ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável (MMA, 2004).

Embora, de modo holístico e sistêmico, todas estas dimensões tenham profundas interações entre si, tendo como foco o desenvolvimento sustentável de propriedades leiteiras, no contexto da Agenda 21 brasileira, a gestão dos recursos naturais trata dos problemas relacionados ao solo, dos recursos hídricos, da conservação da diversidade biológica e da qualidade do ar e proteção da atmosfera. A sustentabilidade na agricultura trata, especialmente, dos impactos causados por essa atividade sobre a os biomas da Mata Atlântica, das Florestas e Campos Meridionais, do Semiárido, dos Cerrados e da Floresta Amazônica. Nesse tema, estudam-se, por exemplo, as condições necessárias para que sejam garantidos os ganhos de produtividade agrícola com a manutenção dos recursos naturais, a mitigação dos impactos ambientais, o retorno financeiro adequado aos produtores, a otimização da produção com o mínimo de insumos externos e o atendimento das necessidades sociais das famílias e comunidades rurais (SIQUEIRA, 2001).

## **Indicadores de sustentabilidade**

A Agenda 21 destaca a necessidade da criação de indicadores que estabeleçam critérios para avaliar a sustentabilidade. A proposta é definir padrões sustentáveis de desenvolvimento que considerem aspectos das dimensões ambiental, econômica, social, ética, cultural, etc. Torna-se necessário, portanto, definir parâmetros, indicadores e padrões que mensurem, monitorem e avaliem a sustentabilidade. No entanto, o debate sobre o tema prossegue, pois a análise do conjunto de indicadores e os respectivos resultados alcançados ainda estão sendo validados, não existindo até o momento um padrão sobre o que é sustentável (DEPONTI & ALMEIDA, 2001). Visando dar uma orientação estratégica a esta questão, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (CDS-ONU) iniciou, em 1995, um projeto para a criação de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, no prazo de cinco anos (1995-2000), envolvendo organizações do sistema das Nações Unidas, organizações governamentais e não governamentais. O principal objetivo dessa iniciativa foi a criação de indicadores de desenvolvimento sustentável para o apoio a processos de tomada de decisões, no âmbito de países. Esse processo incluía a definição e elaboração de metodologias

e o treinamento e capacitação para profissionais que atuariam em sua validação. Os principais destaques da iniciativa são o caráter pioneiro na proposição de indicadores de sustentabilidade para apoio à tomada de decisão no âmbito de governos de países e a coordenação institucional e territorial para alavancar e disseminar a utilização de indicadores de sustentabilidade (MALHEIROS et al., 2008).

Dessa forma, embora o arcabouço conceitual dê um direcionamento ao que se deseja como sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, a operacionalização destes conceitos a nível local é complexa, pois demanda conciliar as diversas dimensões existentes, considerando diferentes contextos e atividades desenvolvidas pelas pessoas de modo a garantir seus meios e vida de forma sustentável (CHAMBERS & CONWAY, 1992; DINIZ et al., 2013). Neste sentido, torna-se fundamental a identificação e seleção de indicadores que reflitam a dinâmica de sistemas complexos e multidimensionais e que permitam a avaliação da sustentabilidade, como ocorre em as propriedades leiteiras. A avaliação da sustentabilidade permite avaliar diversas situações para a tomada de decisões, como: a) alertar para situações de risco em suas diversas dimensões; b) prever situações futuras; c) informar e guiar decisões políticas; d) corrigir eventuais desvios; e) definir ou monitorar a sustentabilidade de uma realidade; f) facilitar o processo de tomada de decisão em diversos níveis; g) quantificar e simplificar as informações; h) detectar distúrbios ou desvios do planejamento; e i) ajudar a identificar tendências ou ações relevantes para a melhoria da sustentabilidade (MARZALL & ALMEIDA, 2000). Entretanto, estes propósitos da avaliação não podem ser definidos pelos indicadores isoladamente, pois apenas um indicador não vai apontar a sustentabilidade de um sistema. Por outro lado, a análise integrada de um conjunto de indicadores que reflitam as diversas dimensões permite verificar, conforme o entendimento do conceito de sustentabilidade, se um sistema dinâmico é (ou está em determinado momento) sustentável ou não. Portanto, o conjunto de indicadores sinalizam aspectos relevantes na avaliação de um sistema que, conforme a interpretação de sustentabilidade adotada em sua análise permite destacar se tal sistema apresenta ou não sustentabilidade (DEPONTI & ALMEIDA, 2001).

Embora não seja fácil medir a sustentação de sistemas dinâmicos, principalmente tendo em vista que dados convencionais não refletem apropriadamente aspectos relevantes para o desenvolvimento sustentável, a necessidade de avaliação da sustentabilidade é premente, pois permite monitorar uma realidade sob vários aspectos para facilitar o processo de tomada de decisão nos sistemas agropecuários (MARZALL, 2000; DE-PONTI & ALMEIDA, 2001).

Mais ainda, torna-se necessário o desenvolvimento de plataformas que promovam a interação de dados e informações destes sistemas complexos para que seja possível ter uma visão integrada e holística de todas as dimensões que influenciam ou são influenciadas no sistema. Para este fim, modelos de avaliação da sustentabilidade têm sido desenvolvidos por diversas instituições do mundo. Em função dessa profusão de sistemas de avaliação, em termos comparativos, é muito difícil dizer se uma fazenda ou uma empresa está realmente operando de forma sustentável ou não. Portanto, hoje há um desafio posto aos agricultores e empresas do setor agroalimentar quando se propõem a avaliar e comparar seus desempenhos de sustentabilidade. O desenvolvimento de sistemas de avaliação da sustentabilidade é desejável, porém a dispersão e a profusão de indicadores utilizados em diversos sistemas podem tornar inviável a análise comparativa em termos de sustentabilidade de sistemas de produção em um futuro próximo.

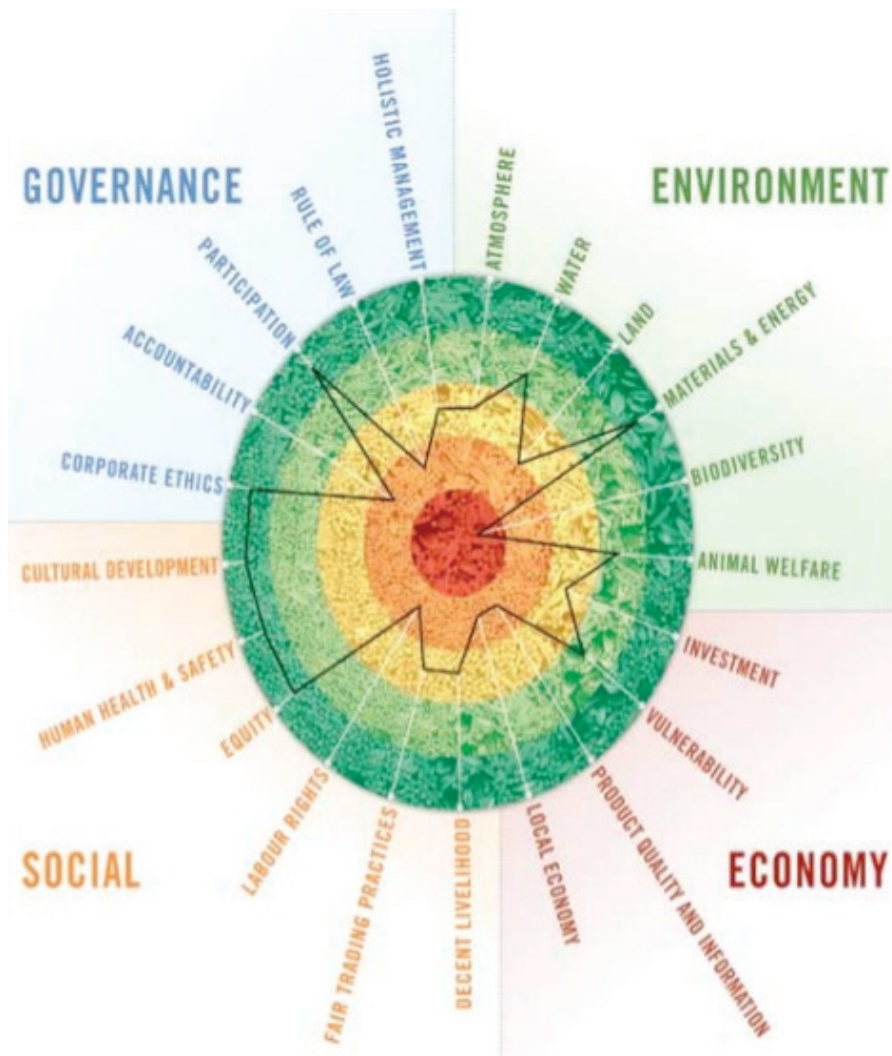
Existem diversos modelos de avaliação da sustentabilidade no nível de propriedade, tais como SMART (desenvolvido pelo Instituto de Pesquisa da Agricultura Orgânica da Suíça), IDEA (desenvolvido por uma equipe multidisciplinar ligada ao Ministério da Agricultura da França), Cosa (desenvolvido por um consórcio internacional com sede nos Estados Unidos), Apoia-Novos Rurais desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente (descrito em maior profundidade em outro capítulo deste livro) e ISA – Indicadores de Sustentabilidade de Agroecossistemas (desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Epamig e parceiros). A seguir, serão apresentados brevemente dois métodos disponíveis com suas respectivas ferramentas para avaliar a sustentabilidade em

propriedades leiteiras. O primeiro é o Safa (*Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems*), iniciativa promovida pela FAO, que elaborou um protocolo de avaliação da sustentabilidade para as mais diversas condições servindo como base de diversos modelos para a avaliação da sustentabilidade, tanto para sistemas de produção como para as respectivas cadeias de valor agroalimentares. O segundo é o Rise (*Response-Inducing Sustainability Evaluation*), destinado a avaliação da sustentabilidade em propriedades agropecuárias, já validado e utilizado a campo. Ressalta-se que estes dois métodos podem ser aplicados em propriedades que realizam qualquer atividade agropecuária.

## Safa/FAO

O método Safa é um modelo holístico e sistêmico para a avaliação da sustentabilidade na produção agropecuária e nas cadeias de valor agroalimentares. Este método estabelece uma referência internacional para avaliar *trade-offs* e sinergias entre todas as dimensões da sustentabilidade. O método foi elaborado para ser utilizado por empresas e produtores de pequena escala, envolvidos com a produção, transformação, distribuição e comercialização de bens de cadeias agropecuárias, permitindo a compreensão clara dos componentes da sustentabilidade e como forças, fraquezas e progressos poderiam ser abordados. Ao proporcionar um quadro transparente e agregado para avaliar sustentabilidade, o método visa compatibilizar as abordagens de sustentabilidade dentro da cadeia de valor agroalimentar, e orientar a adoção de boas práticas e de gestão da propriedade.

O método Safa começa com um nível elevado e abrangente, propondo quatro dimensões de sustentabilidade: boa governança, integridade ambiental, resiliência econômica e bem-estar social (Figura 1). Reconhecendo-se que essas dimensões são amplas e compreendem muitos aspectos, elas são traduzidas em uma definição universalmente aceita da sustentabilidade, por meio de temas e subtemas para cada uma destas dimensões. Metas são estabelecidas para os temas enquanto os objetivos são definidos para os subtemas. Estes são mensuráveis e verificáveis por meio de indicadores aplicáveis às cadeias agroalimentares e a produção agropecuária.



**Figura 1.** Modelo holístico proposto pelo Safa.  
Fonte: SAFA, 2013.

Os **temas** são refinados em um conjunto de 21 pontos sobre sustentabilidade, ou “Temas” universais, vinculados a metas de sustentabilidade. Estas podem ser aplicadas a qualquer nível (nacional, regional, cadeia de agroalimentar ou unidade produtiva), até o ponto do desdobramento da sustentabilidade em indicadores e resultados práticos. Estes temas,



como por exemplo, participação, solo, água, atmosfera, biodiversidade, bem-estar animal, meios de vida decentes e diversidade cultural estão atrelados a subtemas e indicadores adequados. Os **subtemas**, 58 no total, são relevantes para a indicação das competências necessárias para a análise da sustentabilidade, proporcionando a identificação de riscos, lacunas e problemas não envolvidos até então no sistema, disponibilizando ferramentas para a convergência e o alinhamento no nível subtema. Por sua vez, os **indicadores** perfazem um total de 116, distribuídos em cada subtema. Estes indicadores permitem identificar, por meio de critérios mensuráveis, o desempenho de cada subtema. Esses indicadores pré-selecionados tem o propósito de fornecer métricas padronizadas para orientar avaliações futuras de sustentabilidade nos diversos sistemas. Isso não impede que novos indicadores possam ser considerados de acordo com o contexto.

A Tabela 1 exemplifica o desdobramento a partir da dimensão integridade ambiental. Esta dimensão possui, entre outros, o tema solos, com os subtemas qualidade do solo e degradação do solo. O subtema qualidade do solo é avaliado conforme os indicadores de práticas de melhoria de solo adotadas, estrutura física, qualidade química, qualidade biológica e matéria orgânica. Esta lógica é a mesma para as demais dimensões e seus respectivos temas, subtemas e indicadores.

**Tabela 1.** Exemplo do desdobramento das dimensões de sustentabilidade do método Safa.

Dimensão da sustentabilidade: Integridade ambiental		
Tema	Sub-tema	Indicadores
Solo	Qualidade do solo	Práticas de melhoria do solo
		Estrutura física
		Qualidade química
		Qualidade biológica
		Matéria orgânica

Fonte: SAFA, 2013.

Para exemplificar este desdobramento, o indicador “matéria orgânica” é considerado qualidade do solo em função de sua influência nas propriedades biológicas, físicas e químicas do solo. Este indicador também está relacionado a ciclagem de nutrientes e de gases no solo. Este indicador

é medido por meio da análise de amostras do solo que determinam a quantidade de matéria orgânica presente, seja por meio da oxidação do CO<sub>2</sub> ou pelo método calorimétrico. Associado aos resultados laboratoriais o Safa indica o método de avaliação visual, considerando aspectos como textura e cor conforme preconizado no documento *Field Guides for Visual Soil Assessment* da FAO. Os valores encontrados por estes métodos indicam a quantidade de matéria orgânica presente. Entretanto, esta informação deverá ser analisada em função do que se deseja para o solo. Para a produção agrícola, solos com teores muito elevados de matéria orgânica podem não ser ideais porque a sua estrutura pode se tornar instável. Para o sequestro de carbono, a maximização do teor de matéria orgânica é desejável (SAFA, 2013).

O método Safa também disponibiliza uma ferramenta eletrônica para a avaliação dos indicadores de sustentabilidade de forma integrada (Safa tool). Semelhante aos demais métodos disponíveis, os resultados obtidos pelo Safa podem ser utilizados para a gestão interna, bem como para a tomada de decisões, aprendizagem e comunicação.

## Rise

O Rise (*Response-Inducing Sustainability Evaluation*) é um método que vem sendo desenvolvido pela *School of Agriculture, Forest and Food Science* da Universidade de Berna (Suíça) desde 1998, que utiliza um programa computacional para fazer a avaliação holística das operações agropecuárias na propriedade. O processo envolve dez indicadores que refletem aspectos ambientais, econômicos e sociais. A fonte de dados mais importante é um questionário aplicado durante uma entrevista com o produtor. Os dados avaliados são visualizados por meio de um relatório produzido pelo programa, contendo informações que servem de base para um diálogo entre o produtor e o técnico que o assiste. Desta forma, podem, conjuntamente, identificar e corrigir os potenciais problemas encontrados e melhorar a sustentabilidade da propriedade.

Este método para a avaliação da sustentabilidade no nível de fazenda vem sendo difundido na América Latina, Ásia e Oceania, totalizando 750

propriedades em 22 países onde foram analisados diversos sistemas produtivos (leite, hortaliças, café, coco, sistemas mistos, etc.). O Rise tem o objetivo de apoiar a tomada de decisão do produtor na gestão da propriedade, considerando as diversas dimensões existentes. O método proporciona a medição da sustentabilidade agropecuária, tornando-a tangível e mais fácil de ser percebida pelo técnico e pelo produtor, servindo como ferramenta para a avaliação sistêmica da sustentabilidade em propriedades rurais, tendo como base, indicadores quantificados para uma situação real e instantânea (GRENZ et al., 2013). Em termos analíticos, o Rise fundamenta-se nos meios de vida sustentáveis (*Sustainable Livelihood Approach*), cujo modelo indica que a satisfação das necessidades das pessoas no nível de propriedade depende de aspectos humanos, econômicos e naturais, considerando o contexto histórico e político, além das relações sociais vivenciadas pelos indivíduos (CHAMBERS & CONWAY, 1998; DINIZ et al., 2013).

O método Rise possui 10 indicadores, que possuem um conjunto de parâmetros que compõem a sustentabilidade. Os indicadores são: uso do solo, uso da água, fluxo de nutrientes, produção animal, biodiversidade e proteção de plantas, energia e clima, condições de trabalho, qualidade de vida, viabilidade econômica e gestão da propriedade (para maiores detalhes veja GRENZ et al., 2013). Por exemplo, o indicador produção animal possui os parâmetros de manejo do rebanho, produtividade, sanidade animal, comportamento e bem-estar animal e qualidade da infraestrutura de produção.

O desenvolvimento sustentável neste método é interpretado pela definição mencionada no relatório Brundtland em que “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”. Portanto, de acordo com a definição do método Rise, uma propriedade sustentável é aquela em que: a) produtos e serviços são entregues em quantidades e qualidades que atendam a demanda da população e do mercado; b) os solos são usados de modo que sua fertilidade é mantida ou melhorada; c) o ciclo natural dos nutrientes é

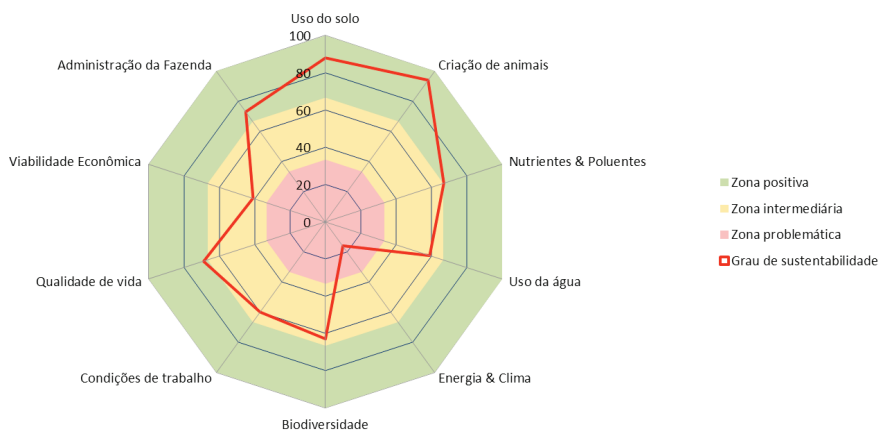
manejado da melhor forma possível, evitando perdas e emissões; d) a quantidade e qualidade da água são preservadas; e) o suprimento de energia é baseado em fontes sustentáveis; f) contribuições são feitas em termos de clima; g) a biodiversidade e resiliência dos ecossistemas são reforçadas; h) os rebanhos são mantidos em condições sanitárias e de bem-estar adequadas; i) as condições de trabalho promovem a saúde e a qualidade de vida do proprietário, sua família e de empregados; j) tenha estabilidade econômica e que remunere adequadamente todos que dependem dela.

A principal fonte de dados e informações é feita por meio de uma entrevista com o proprietário, tendo como base um questionário. Determinados parâmetros podem ser coletados de outras fontes disponíveis na propriedade ou na região. Os dados levantados conforme os indicadores de sustentabilidade selecionados são inseridos em um programa (*Rise software*), que processará os dados da propriedade, dados regionais e dados de referência. Os dados regionais são utilizados para calibrar o programa conforme a condição climática e socioeconômica local. Os dados de referência são obtidos da literatura científica e de bancos de dados próprios, como a quantidade de nitrogênio e fósforo em determinada cultura. Alguns valores de referência e funções de valoração podem ser adaptados a diferentes situações. Por exemplo, no caso de sistemas de produção de leite, os parâmetros referentes ao indicador “produção animal” (manejo do rebanho, produtividade, qualidade da infraestrutura, bem-estar animal e sanidade animal) são fundamentais para a análise do sistema. Evidentemente que estes parâmetros interagem com outros indicadores relacionados ao uso da água, fluxo de nutrientes e qualidade de vida da família. Neste ponto, ilustra-se o diferencial analítico baseado nos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Esta análise deve ser feita de forma integrada e sistêmica, considerando as diversas dimensões envolvidas no processo produtivo e não apenas no resultado econômico ou ambiental (GRENZ et al., 2013).

O relatório de *feedback* do Rise possui um perfil fazenda, o polígono de sustentabilidade agropecuária e uma tabela com todas as pontuações

obtidas em cada parâmetro, que serve como base para a discussão do técnico com o produtor. Ainda contempla informações explicativas sobre os indicadores, seus significados e cálculo. Dessa forma, o relatório sistematiza e disponibiliza informações consistentes para a tomada de decisões sobre aqueles parâmetros que devem ser melhorados (GRENZ et al., 2013). A Figura 2 exemplifica a saída de um polígono de sustentabilidade agropecuária que, dividido em zonas de sustentabilidade, indica que ações devem ser concentradas na dimensão energia, pois este indicador encontra-se em uma zona problemática. O que se busca é um balanço entre todos os indicadores. Este método vem sendo amplamente utilizado em propriedades leiteiras em vários países, sendo que, no Brasil, a Nestlé é a principal empresa a implementá-lo.

### Polígono de sustentabilidade para a empresa agrícola (RISE 2.0)



**Figura 2.** Polígono representando os indicadores de sustentabilidade.

**Fonte:** Grenz et al., 2013.

## Conclusão

Em termos gerais, a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável constituem paradigmas que se contrapõem ao modelo desenvolvimentista unidimensional, pois considera relações de causa e efeito entre as diversas dimensões que compõem uma realidade. Desse modo, propõem superar a análise baseada em resultados focados apenas na economia, ou no meio ambiente ou na sociedade isoladamente. Outra questão re-

fere-se a ideologização do termo sustentabilidade, pressupondo a utilização de apenas determinados modelos para alcançá-la, o que não é fundamentado pelo breve retrospecto histórico descrito neste capítulo.

De fato, o que se procura com o estudo e avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção de leite por meio de indicadores é um balanço ou equilíbrio dinâmico entre as diversas dimensões apresentadas nos mais variados contextos. Isso significa que, em determinados momentos ou circunstâncias, um sistema de produção de leite pode apresentar algum desequilíbrio. Para o monitoramento dos diversos e complexos aspectos presentes nestes sistemas, é necessária a definição de indicadores de sustentabilidade mensuráveis que permitam avaliar as condições de equilíbrio (ou desequilíbrio) presentes. Ao mesmo tempo, os indicadores de sustentabilidade possibilitam a tomada de decisões práticas para a correção de rumos, visando o reequilíbrio dinâmico do sistema. Entretanto, a análise dos indicadores de sustentabilidade não deve ser feita de modo isolada, mas deve considerar as interações existentes entre os diversos indicadores das diversas dimensões presentes.

Para isso, diversos métodos vêm sendo desenvolvidos visando esta análise holística e integrada de sistemas de produção. Porém, a profusão de métodos com diferentes fundamentações pode inviabilizar a comparação da sustentabilidade em sistemas de produção de leite considerando suas diferentes e complexas realidades.

## Referencias

ALLEN, R. World conservation strategy. Living resource conservation for sustainable development. **International Union for Conservation of Nature and Natural Resources**. 1980.

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11. 2008.

BRUNDTLAND, G., Khalid, M., Agnelli, S., Al-Athel, S., Chidzero, B., Fadika, L., ... & Okita, S. **Our Common Future** ('Brundtland report'). 1987.

---

BRÜSEKE, F. J. O Problema do Desenvolvimento Sustentável.[in] CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável**. p. 29-40, 1995.

CAVALCANTI, C. et al. (Org.). Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. Recife, Brasil: **Instituto de Pesquisas Sociais – INPSO**; Fundação Joaquim Nabuco FUNDAJ; Ministério de Educação, 262 p. 1994.

CAMARGO, A. L. B. As dimensões e os desafios do desenvolvimento sustentável: concepções, entraves e implicações à sociedade humana. **Dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC. 2002.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. **Estud. av.**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 35-50. 2012.

CHAMBERS, R. & CONWAY, G.R. Sustainable rural livelihoods: practical concepts for the 21st century, **Discussion Paper** - Institute of Development Studies, University of Sussex, pp. 42-42. 1992.

CORAZZA, R. I. Tecnologia e meio ambiente no debate sobre os limites do crescimento: notas à luz de contribuições selecionadas de Georgescu-Roegen. **Revista Economia**, 6(2), p. 435-461, 2005.

DEBALI, J. C. Desenvolvimento sustentável: evolução e indicadores de sustentabilidade. **Monografia**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC. 2009.

DEPONTI, C. M. & ALMEIDA, J. Indicadores para avaliação da sustentabilidade em contextos de desenvolvimento rural local. In.: **Congresso da Associação americana de Sociologia Rural**. v. 4. Porto Alegre: AASR. 2002.

DIAS, G. V. & TOSTES, J. G. R. Desenvolvimento sustentável: do eco-desenvolvimento ao capitalismo verde. **Revista da Sociedade Brasileira de Geografia**, v.2, n. 2, 2009.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume. 2000.

DINIZ, F. H., HOOGSTRA-KLEIN M. A., KOK K., and ARTS B. Livelihood strategies in settlement projects in the Brazilian Amazon: determining drivers and factors within the agrarian reform program. **Journal of Rural Studies**. v. 32. p. 196-207. 2013.

GRENZ, J., DIAZ, E., CHAVEZ, M., THALMANN, C., HÄNI, F. J., JÖHR, H. RISE. 12 years of field experience. **Bern University of Applied Science**. Vevey. Switzerland. 2013.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 332 p. 2004.

MALHEIROS, T. F., PHILIPPI JR, A., & COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 7-20. 2008.

MARZALL, K. & ALMEIDA, J. Indicadores de Sustentabilidade para agroecossistemas: estado da arte, limites e potencialidades de uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 17, n 1, p. 41-59, Jan/abr. 2000.

MMA. Agenda 21 Brasileira: ações prioritárias/**Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional**. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 158 p. 2004.

MONTIBELLER FILHO, G. Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável; conceitos e princípios. **Textos de Economia**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 131-142. 1993.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estud. Av.**, São Paulo , v. 26, n. 74, p. 51-64. 2012 .



---

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Brasiliense, p. 29-56. 1993.

SAFA. **SAFA Indicators**. FAO/Rome. 2013. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability\\_pathways/docs/SAFA\\_Indicators\\_final\\_19122013.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SAFA_Indicators_final_19122013.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2015.

SANTANA, N. B. **Crescimento Econômico, Desenvolvimento Sustentável e Inovação Tecnológica: Uma análise de eficiência por envoltória de dados para os países do BRICS**. Tese. Universidade de São Paulo, 2012.

SIQUEIRA, T. V. D. Desenvolvimento sustentável: antecedentes históricos e propostas para a Agenda 21. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 15, p. 247-288, Jun. 2001.

Turner, G. M. A comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality. **Global Environmental Change**, 18(3), p. 397-411. 200

## CAPÍTULO 13

### **Lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde**

*Fernando César Ferraz Lopes, Bárbara Cardoso da Mata e Silva,  
Mariana Macedo de Almeida, Marco Antônio Sundfeld da Gama*

#### **Importância nutricional do consumo de leite e derivados lácteos**

O leite e os derivados lácteos são componentes da dieta de mais de 6 bilhões de pessoas em todo o mundo (HEMME & OTTE, 2010). E o costume e o gosto pelo consumo destes alimentos não são de hoje, já que eles vêm sendo utilizados na alimentação há milhares de anos, por diversos povos, ao longo da história da humanidade (EVERSHED et al., 2008).

Uma simples análise das motivações que nos levam a consumir os lácteos nos remete primeiramente para as propriedades sensoriais destes alimentos, em que características únicas de sabor, cor, textura e aroma harmoniosamente balanceadas, nos convidam a apreciá-los, seja bebendo um saboroso copo de leite, comendo um pão francês quentinho, saído do forno, acrescido de uma cremosa manteiga, ou degustando, por exemplo, um delicioso queijo “Canastra”, acompanhado de uma xícara de café com leite, ou ainda, deliciando-se com uma apetitosa muçarela derretida e tostada na chapa de uma churrasqueira.

Conforme pode ser exemplificado no recente “Guia Alimentar para a População Brasileira” (BRASIL, 2014), é difícil imaginar um café da manhã ou mesmo qualquer outra refeição consumida ao longo do dia, sem a presença ou inclusão do leite ou de algum de seus derivados. Que o digam os franceses, incontestáveis mestres da alta gastronomia, cujas re-

ceitas invariavelmente são preparadas com generosas porções de creme de leite, manteiga e/ou queijos diversos (*e.g. croissants, crepe suzette, soufflés, croque mousier, crème brûlée, quiche lorraine, mousses, petit-gâteaux, madeleines* etc.). Outros exemplos mundialmente consagrados são receitas da cozinha árabe elaboradas à base *labneh*, e as inseparáveis massas italianas e o queijo parmesão ralado.

Associada à sua flexibilidade e versatilidade para inclusão em preparações culinárias, o leite e seus derivados são, antes de tudo, importantes fontes naturais de energia; de proteínas de elevado valor biológico; das vitaminas lipossolúveis A (retinol), D<sub>3</sub> (colecalciferol), E (tocoferol) e K; vitaminas hidrossolúveis (*e.g. B<sub>2</sub> ou riboflavina, e B<sub>12</sub> ou cobalamina*); carotenoides (carotenos e xantofilas; *e.g. β-caroteno, luteína*); de cálcio de elevada biodisponibilidade, magnésio, selênio e outros minerais; de peptídeos bioativos e oligossacarídeos funcionais (PENNA, 2009; WEAVER et al., 2013; GIANNI, 2014), substâncias estas absolutamente indispensáveis para o desenvolvimento esquelético, muscular e neurológico e, portanto, para manutenção e promoção da saúde humana.

Em função de sua elevada densidade nutricional, contribuindo de forma substancial para o atendimento das necessidades diárias de nutrientes, o leite e seus derivados são alimentos extremamente importantes para serem consumidos ao longo de toda a vida (VISIOLI & STRATA, 2014). Nas fases de gestação e amamentação, o consumo de leite pela gestante, e do leite materno pela criança, estão associados a inúmeros benefícios de curto e longo prazo para a saúde materno-infantil (DONANGELO, 2014). Na infância e adolescência, o consumo diário de leite e derivados é nutricionalmente recomendado, dado o aporte de proteínas de elevado valor biológico, de cálcio e vitamina D, além de outros nutrientes, todos essenciais para formação e fortalecimento da massa óssea (WEAVER et al., 2013; RAMÍREZ, 2014). Além disto, estudos mostraram a importância do consumo de leite e derivados na prevenção da cárie dentária (WEAVER et al., 2013), na redução do risco e incidência de diabetes do tipo 2 (ELWOOD et al., 2010; MOZAFFARIAN et al., 2010; RICE et al., 2013; ERICSON et al., 2015) e de câncer colorretal (WEAVER et al.,

2013). E na fase adulta e na terceira idade, o consumo destes alimentos reveste-se de grande importância, auxiliando na prevenção da osteoporose e da perda de massa esquelética, reduzindo o risco da ocorrência de fraturas ósseas, haja vista serem importantes fontes dietéticas de cálcio e vitamina D (WEAVER et al., 2013; MASÍS, 2014).

## **Gordura do leite e o risco de doenças cardiovasculares: mito ou verdade?**

De todas as considerações apresentadas no tópico anterior, pergunta-se por que então, desde as últimas décadas, tem sido sistematicamente recomendada redução do consumo de leite integral e de seus derivados ou sua substituição por outros alimentos (PARODI, 2009; USDA/USDHHS, 2010; WEAVER et al., 2013), mesmo sabendo que os lácteos apresentam elevado valor nutricional, cientificamente comprovado pela presença de substâncias extremamente importantes para a saúde humana?

Além disto, têm-se a impressão que tal recomendação está na contramão da história e dos costumes, haja vista que estes alimentos sempre estiveram presentes nas dietas dos diversos povos da humanidade (EVERSHED et al., 2008). E convenhamos, sendo estes alimentos tão saborosos e desejados por aqueles que os apreciam e não têm qualquer contraindicação médica quanto ao seu consumo (neste caso, referindo-se, por exemplo, às pessoas que apresentam quadro de má absorção ou de intolerância à lactose, ou de alergia à proteína do leite), a recomendação para restrição na ingestão dos mesmos transmite a sensação de que vem acompanhada de requintes de tortura.

A resposta para estas dúvidas está associada à composição da gordura do leite integral e derivados lácteos, e por sua suposta associação com a elevação no risco de ocorrência de doenças cardiovasculares e obesidade. Infelizmente, a percepção do público em geral, e mesmo de parte da comunidade científica, é a de que a gordura é um componente negativo dos lácteos, em função de sua elevada densidade energética, e por ser rica fonte de colesterol e ácidos graxos (AG) saturados, substâncias estas estigmatizadas como não saudáveis (KRATZ et al., 2013).

Nos dois tópicos a seguir, serão apresentadas evidências e descobertas científicas que desmistificam a figura de vilã da saúde cardiovascular, injustamente atribuída à gordura dos lácteos e, adicionalmente, demonstram o valor nutricional que seu consumo pode trazer para a saúde humana.

## Composição e propriedades da gordura do leite

Além da importância do ponto de vista tecnológico (GIANNI, 2014; VALENZUELA & VALENZUELA, 2014), pode-se dizer que grande parte das características físicas e organolépticas do leite de ruminantes deve-se à sua fração lipídica (LUBARY et al., 2011; FONTECHA & JUÁREZ, 2014), comumente referida como gordura (VALENZUELA & VALENZUELA, 2014). Caracteristicamente, a gordura do leite bovino apresenta composição bastante complexa e bem distinta das encontradas em outras fontes na natureza (*e.g.* óleos vegetais, carnes, peixes) (DHIMAN et al., 2005; BARENDSE, 2014), ou mesmo das presentes nos leites produzidos pelas demais espécies de mamíferos (MEDHAMMAR et al., 2012; WIJESINHA-BETTONI & BURLINGAME, 2013). Em termos nutricionais, a gordura do leite bovino integral representa 50% do valor energético deste alimento (WEAVER et al., 2013; VALENZUELA & VALENZUELA, 2014).

A gordura do leite encontra-se na forma de glóbulos esféricos, emulsionados na fase aquosa do leite, cujo diâmetro varia entre  $< 1 \mu\text{m}$  e  $10 \mu\text{m}$  (JENSEN, 2002). Entre os componentes da gordura do leite bovino, além de AG livres (0,10 a 0,44%), monoglicerídeos (0,16 a 0,38%) e diglicerídeos (0,28 a 0,59%), predominam (97 a 98%) os triglicerídeos (TAGs), formados por uma molécula de glicerol e diferentes combinações de três AG, geralmente com quatro a 24 átomos de carbono, dispostos em cadeias saturadas, mono ou poli-insaturadas, com variações nas orientações geométricas das duplas ligações, bem como nas posições (*sn*-1, *sn*-2 e *sn*-3) preferenciais que são incorporados na molécula do TAG (JENSEN, 2002). Também se fazem presentes na fração lipídica do leite, diversos tipos de fosfolipídeos (0,2 a 1,0%), colesterol (0,419%), além de ésteres de colesterol (JENSEN, 2002; STANTON et al., 2013). Em pequenas quantidades, embora de extrema importância para as pro-

priedades sensoriais, reológicas e para o valor nutritivo da gordura do leite, destacam-se as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K; os compostos voláteis e não voláteis responsáveis pelo sabor e aroma (aldeídos, cetonas, ésteres etílicos, diacetil, dimetil sulfeto, AG livres e lactonas); e os carotenoides (PENNA, 2009; LUBARY et al., 2011).

A composição e o perfil de AG da gordura do leite de ruminantes são extremamente variáveis, sendo resultantes da interação de diversos fatores relacionados, principalmente, à dieta e ao manejo nutricional dos animais (DHIMAN et al., 2005; GLASSER et al., 2008; SHINGFIELD et al., 2008; FERLAY et al., 2010; SILVA-KAZAMA et al., 2010; LOPES et al., 2011b; SHINGFIELD et al., 2013); mas também à raça, ordem e estágio de lactação da vaca (LAWLESS et al., 1999; KELSEY et al., 2003; MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al., 2011; WANG et al., 2013); ao sistema de produção (PRANDINI et al., 2009; BUTLER et al., 2011; BENBROOK et al., 2013; RODA et al., 2015); e ao horário da ordenha (FERLAY et al., 2010; LOPES et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014a; SCHWENDEL et al., 2015). A estação do ano (BUTLER et al., 2011; SCHWENDEL et al., 2015) e a altitude em que a pastagem se encontra (COPPA et al., 2013; RODA et al., 2015), por manterem íntima associação com a composição botânica e química do pasto consumido, são fatores que também modulam o perfil de AG do leite.

Respeitando as variações decorrentes da atuação e interação destes inúmeros fatores, têm-se na Tabela 1, os principais AG presentes na composição típica da gordura do leite bovino.

Quando são somadas as concentrações de todos os AG saturados apresentados na Tabela 1, percebe-se que esta classe de AG é, de fato, aquela naturalmente predominante na gordura do leite, respondendo por 58,5% a 88,5% dos AG totais. E é por esta razão, que se diz que a gordura do leite é saturada! E como o consumo de gordura saturada foi historicamente associado a incrementos nas concentrações plasmáticas de colesterol total e da fração LDL ("mal colesterol") e, por consequência, a um maior risco de ocorrência de doenças cardiovasculares (MOZAFFARIAN, 2011; BARENDSE, 2014), a gordura do leite herdou (injustamente!) o rótulo de vilã da saúde cardiovascular.

**Tabela 1.** Principais ácidos graxos (AG) presentes na gordura do leite bovino<sup>1</sup>.

Ácido graxo	Nome comum	Teor (% dos AG totais)	Classificação <sup>2</sup>
C4:0	Ácido butírico	2 a 5	Saturado de cadeia curta
C6:0	Ácido caproico	1 a 5	Saturado de cadeia curta
C8:0	Ácido caprílico	1 a 3	Saturado de cadeia média
C10:0	Ácido cáprico	2 a 4	Saturado de cadeia média
C12:0	Ácido láurico	2 a 5	Saturado de cadeia média
C14:0	Ácido mirístico	8 a 14	Saturado de cadeia longa
C15:0	Ácido pentadecanoico	1 a 2	Saturado de cadeia longa
C16:0	Ácido palmítico	22 a 35	Saturado de cadeia longa
C16:1 <i>cis</i> -9	Ácido palmitoleico	1 a 3	Monoinsaturado
C17:0	Ácido margárico	0,5 a 1,5	Saturado de cadeia longa
C18:0	Ácido esteárico	9 a 14	Saturado de cadeia longa
C18:1 <i>cis</i> -9	Ácido oleico	20 a 30	Monoinsaturado
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	Ácido linoleico	1 a 3	Poli-insaturado ω-6
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	Ácido α-linolênico	0,5 a 2	Poli-insaturado ω-3

<sup>1</sup>São apresentados somente os AG com concentrações superiores a 1% dos AG totais (Fonte: Adaptado de Jensen, 2002).

<sup>2</sup>Classificação didática, baseada na insaturação e no comprimento da cadeia de carbonos do AG.

Além disto, o consumidor sempre foi motivado a associar a ingestão de alimentos ricos em gordura, com doenças cardiovasculares e obesidade, respaldando-se unicamente no fato de que as gorduras possuem maior teor calórico do que carboidratos ou proteínas. No entanto, conforme discutiu Mozaffarian (2011), não se deve pensar na composição de macronutrientes da dieta como uma simples métrica de qualidade. Segundo este autor, o balanço energético é apenas uma das variáveis desta equação. O efeito da quantidade de calorias consumidas na forma de gordura saturada deixa de ser importante como risco para ocorrência de doenças se não considerarmos qual específico nutriente está substituindo esta gordura na dieta.

Neste contexto, os tipos de alimentos consumidos como parte de uma dieta e os padrões de alimentação são, de modo geral, mais relevantes, pois determinam a qualidade da dieta e os potenciais riscos cardiometabólicos associados à sua ingestão. Assim, como exemplos de importantes aspectos de qualidade da dieta têm-se: qualidade dos carboidratos (grãos integrais *versus* refinados, teor de fibra dietética, respostas glicêmicas); consumo de específicos AG (como veremos no tópico a seguir);

teores de sódio e potássio dos alimentos componentes da dieta; balanço entre níveis de ingestão de alimentos mais saudáveis (*e.g.* frutas, vegetais, grãos integrais, peixes, castanhas e nozes, lácteos e óleos vegetais) ou menos saudáveis (*e.g.* refrigerantes, carnes processadas, alimentos que contêm óleos vegetais parcialmente hidrogenados).

## Desconstruindo a figura de vilã da gordura do leite

Um olhar crítico sobre as informações compiladas na Tabela 1 mostra que o ácido oleico (C18:1 *cis*-9) é o segundo AG em maior concentração na gordura do leite bovino, sendo seu teor, em média, de 0,8 g/100 g de leite integral (STANTON et al., 2013). E neste sentido, sempre é bom lembrar que o ácido oleico é comprovadamente benéfico à saúde cardiovascular, pois está associado à redução da concentração plasmática da fração LDL do colesterol (FAO, 2010), bem como, potencialmente, ao incremento da fração HDL, ou “bom colesterol” (ALMEIDA et al., 2014b). Quando se fala em ácido oleico, nossos pensamentos são remetidos para o azeite de oliva, que é a mais tradicional fonte dietética deste AG, sendo componente da famosa “Dieta do Mediterrâneo” (Keys, 1995), referência mundial em alimentação saudável.

O leite integral contém, aproximadamente, 1,9 g de AG saturados/100 g (STANTON et al., 2013). Valenzuela & Valenzuela (2014) relataram que os AG mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) representam 2/3 do total de AG do leite. Corroborando com esta informação, estes são, de fato, os AG saturados presentes em maiores concentrações na gordura do leite bovino, respondendo por até 63% dos AG totais e, em média, por 70% dos AG saturados (Tabela 1).

No entanto, nem todos os AG saturados apresentam efeitos negativos na modulação das concentrações plasmáticas das frações lipoproteicas do colesterol (FAO, 2010; VISIOLI & STRATA, 2014). Por exemplo, os AG saturados associados com o incremento na fração LDL do colesterol plasmático, principalmente quando consumidos em excesso, são o láurico (C12:0), o mirístico e o palmítico, cujo consumo diário total recomendado para adultos deve ser, no máximo, de 10% da energia da



dieta (FAO, 2010; FONTECHA & JUÁREZ, 2014). No entanto, ressalte-se que parte do aumento na concentração plasmática do colesterol total promovido pelo ácido láurico deve-se ao incremento da fração HDL do colesterol (MENSINK et al., 2003).

Já os AG saturados de cadeias curta e média (C4:0 a C10:0), que constituem até 17% (Tabela 1) dos AG totais da gordura do leite, não são estocados no tecido adiposo nem transportados como partículas lipoproteicas de colesterol, haja vista serem amplamente oxidados no fígado após absorção (PALMQUIST, 2010; BARENDSE, 2014). Estes AG são considerados neutros na modulação da concentração plasmática do colesterol LDL, assim como o ácido esteárico (FAO, 2010; VISIOLI & STRATA, 2014), que responde por 14% dos AG da gordura do leite (Tabela 2). Ademais, até 56% do ácido oleico secretado no leite bovino tem origem na dessaturação do ácido esteárico na glândula mamária, via ação da enzima Estearoil Coenzima-A Dessaturase (SCD), também conhecida como  $\Delta^9$ -dessaturase (SHINGFIELD & WALLACE, 2014). Segundo Loften et al. (2014), 50% ou mais do ácido esteárico captado pela glândula mamária na circulação periférica é convertido a ácido oleico que, incorporado na posição *sn*-3 do TAG, promove importante papel na fluidez da gordura do leite.

Ou seja, é uma visão simplista e equivocada sobre o tema considerar que o consumo de gordura do leite represente risco para ocorrência de doenças cardiovasculares e de obesidade, pelo simples fato desta apresentar naturalmente elevados teores de AG saturados. Há que, no mínimo, considerar os efeitos individuais destes AG sobre os indicadores cardiometabólicos.

Outra informação importante, que também deve estar sempre à mesa do consumidor interessado na ingestão regular de leite integral e/ou de seus derivados como parte de uma dieta equilibrada, diz respeito aos difamados AG *trans* (também chamados de “gorduras *trans*”). Na Tabela 1 não são apresentados, mas deve ser ressaltado que entre 2 e 6% dos AG totais da gordura do leite de ruminantes são AG de configuração *trans* (FONTECHA & JUÁREZ, 2014). Os AG C18:1 *trans* correspondem a 97-

98% do total de AG *trans* da gordura do leite (PRECHT & MOLKENTIN, 1995), apresentando-se com duplas ligações nas posições  $\Delta^4$  a  $\Delta^{16}$  da cadeia carbônica (SHINGFIELD et al., 2013).

No entanto, o que deve ser principalmente destacado é que existem importantes diferenças quanto aos potenciais efeitos cardiometabólicos, dos tipos de AG de configuração *trans* naturalmente presentes na gordura do leite (e carne) de ruminantes em relação aos AG *trans* obtidos industrialmente pela hidrogenação parcial de óleos vegetais. Segundo a FAO (2010), há convincente evidência científica demonstrando que os AG *trans* de origem industrial provocam aumento em indicadores de riscos associados à ocorrência de enfermidades cardiovasculares, razão pela qual recomendou que o consumo de AG *trans* por adultos seja inferior a 1% da energia da dieta. Por outro lado, Gayet-Boyer et al. (2014) concluíram que não houve efeito em dois consagrados indicadores de risco de doenças cardiovasculares (relações colesterol total:colesterol HDL e colesterol LDL:colesterol HDL) em adultos saudáveis, consumindo até 4,19% da energia da dieta na forma de AG *trans* oriundos da gordura de lácteos produzidos do leite de ruminantes. Estes autores sugeriram a explícita distinção entre os dois tipos de AG *trans* em futuros guias alimentares e de recomendações dietéticas.

Conquanto diversos sejam os fatores relacionados à variação no teor dos AG C18:1 *trans* na gordura do leite de ruminantes, a dieta é, indubitavelmente, o principal deles (SHINGFIELD et al., 2008, 2013). E dentre os vários isômeros encontrados, o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) é aquele quantitativamente mais importante, respondendo por 30 a 50% do total de AG C18:1 *trans* da gordura do leite de ruminantes (MOZAFFARIAN et al., 2009; FONTECHA & JUÁREZ, 2014). Por outro lado, os principais AG C18:1 *trans* presentes nos alimentos que contêm óleos vegetais parcialmente hidrogenados (*e.g.* margarinas) são o ácido elaídico (C18:1 *trans*-9) e o C18:1 *trans*-10, principalmente, mas também o ácido vacênico (PRECHT & MOLKENTIN, 1995; SHINGFIELD et al., 2008; LOCK & BAUMAN, 2011; BARENDSE, 2014). De modo geral, os óleos vegetais parcialmente hidrogenados contêm (% dos AG totais) de 1 a

64,8% de AG C18:1 *trans* (PRECHT & MOLKENTIN, 1995). Como estes três AG (elaídico, vacênico e C18:1 *trans*-10) estão presentes, embora em diferentes concentrações, tanto na gordura do leite de ruminantes quanto nos óleos vegetais parcialmente hidrogenados, obtidos industrialmente, o isolamento de seus efeitos em estudos que comparam estes dois tipos de fontes dietéticas é complexo (MOZAFFARIAN et al., 2009).

Muitos resultados de pesquisas, estudos de meta-análise e revisões de literatura recentemente publicados têm ajudado a desmistificar a imagem de vilã da gordura do leite para a saúde cardiovascular (GERMAN et al., 2009; ELWOOD et al., 2010; PALMQUIST, 2010; KRATZ et al., 2013; RICE et al., 2013; WEAVER et al., 2013; SCHWEITZER & KAPPELHOF, 2014; VISIOLI & STRATA, 2014; ERICSON et al., 2015), como frequentemente nos é apresentada por segmentos da mídia e da comunidade médica (PALMQUIST, 2010). Em vários destes artigos (MOZAFFARIAN, 2011; KRATZ et al., 2013; ERICSON et al., 2015) foi relatado que evidências científicas atuais têm demonstrado justamente o contrário, ou seja, que o consumo de produtos lácteos ricos em gordura não aumenta os riscos de ocorrência de doenças cardiovasculares e de obesidade; pelo contrário, pode até reduzi-los! Pesquisas recentes indicam que este possível efeito cardioprotetor, bem como outros também positivos para a saúde humana, podem estar parcialmente associados a compostos biologicamente ativos, que estão naturalmente presentes na composição da gordura do leite (MOZAFFARIAN et al., 2010; PALMQUIST, 2010; KRATZ et al., 2013; RICE et al., 2013).

Dentre estes compostos, além do já comentado ácido oleico (FAO, 2010; ALMEIDA et al., 2014b), merecem destaque o mais famoso CLA (*Conjugated Linoleic Acid*), o ácido rumênico (CLA *cis*-9 *trans*-11), cujas propriedades anticarcinogênicas, antidiabetogênicas (diabetes do tipo 2), antiaterogênicas e imunomodulatórias têm sido relatadas em diversos trabalhos (SHINGFIELD et al., 2008; BENJAMIN E SPENER, 2009; PALMQUIST, 2010; KRATZ et al., 2013); e o ácido vacênico, que é precursor para síntese de 19 a 20% do ácido rumênico presente nos tecidos de humanos (TURPEINEN et al., 2002; VAN WIJLEN & COLOMBANI,

2010) e por 64 a 97% da quantidade total secretada deste AG no leite bovino, via ação da enzima SCD na glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008).

Também se deve destacar a presença do AG  $\omega$ -3  $\alpha$ -linolênico (C18:3 *cis*-9 *cis*-12 *cis*-15) na gordura do leite, que embora em concentrações normalmente baixas, em virtude da extensa bio-hidrogenação que sofre no rúmen (KRATZ et al., 2013), pode ser duplicada, por meio de manipulação da dieta das vacas (MOURTHÉ et al., No prelo). Este AG é essencial ao metabolismo humano e precursor de outros AG da família  $\omega$ -3, como o EPA (ácido eicosapentanoico; C20:5  $\omega$ -3) e o DHA (ácido docosahexanoico; C22:6  $\omega$ -3), aos quais atribuem-se propriedades cardioprotetoras e anti-inflamatórias (YASHODHARA et al., 2009; FAO, 2010; SALTER, 2013). VAN VALENBERG et al. (2013) calcularam para níveis de ingestão de leite estimados em três países, que a contribuição da gordura do leite para o requerimento diário recomendado de AG da família  $\omega$ -3 foi de 5,3 a 15,7%; 10,7 a 14,1%; e de 23,5 a 34,2%, respectivamente, para os ácidos  $\alpha$ -linolênico, EPA e DPA (ácido docosapentaenoico; C22:6  $\omega$ -3), demonstrando a importância do consumo da gordura do leite na dieta humana. O consumo de DHA via gordura do leite foi calculado como não relevante por estes autores.

Outro AG presente na gordura do leite e potencialmente benéfico à saúde humana é o ácido *trans*-palmitoleico (C16:1 *trans*-9), cujo consumo foi associado à menor incidência de diabetes tipo 2 em adultos, haja vista promover menor resistência à insulina, redução na concentração plasmática de TAG e incremento na de colesterol HDL, bem como redução na relação colesterol total/colesterol HDL (MOZAFFARIAN et al., 2010; KRATZ et al., 2013). Mozaffarian et al. (2013) relataram que o ácido *trans*-palmitoleico é oriundo do consumo de lácteos e de alimentos contendo óleos vegetais parcialmente hidrogenados (*e.g* margarinas), mas Jaudszus et al. (2014) sugeriram que este AG pode ser endogenamente sintetizado no organismo humano, a partir do ácido vacênico, sob taxa média de conversão de 17%.

Dois outros AG presentes na gordura do leite também devem ser destacados, quais sejam: o ácido butírico (C4:0), que atua como modulador

gênico e apresenta efeitos anticarcinogênicos (SHINGFIELD et al., 2008; KRATZ et al., 2013; BARENDSE, 2014; FONTECHA & JUÁREZ, 2014); e o ácido fitânico (3, 7, 11, 15 tetrametil-hexadecanoico), que tem sido associado ao incremento na oxidação de AG no fígado e redução de TAGs circulantes no plasma (HELLGREN, 2010; PALMQUIST et al., 2010), embora correlação positiva com aumentos nas concentrações de colesterol total e colesterol LDL tenham sido relatadas por Werner et al. (2013) em adultos saudáveis de 50 a 70 anos.

Enfim, como pode ser visto, são muitos os AG, com efeitos potencialmente benéficos à saúde humana, presentes na gordura do leite e, exceto pelos ácidos oleico e  $\alpha$ -linolênico, os demais (ácidos rumênico, vacênico, butirico, *trans*-palmitoleico e fitânico) têm na gordura do leite sua principal e, muitas vezes, exclusiva fonte dietética na natureza (KRATZ et al., 2013). Ou seja, à medida que recomendações dietéticas para redução do consumo de leite integral e derivados são levadas a termo, ocorre, como consequência, baixa ingestão destes AG (KRATZ et al., 2013) e, por causa disto, suas propriedades nutracêuticas podem não se manifestar no organismo humano, que é então privado de seus benefícios promotores de saúde (ELWOOD et al., 2010).

Ademais, recomendações dietéticas para redução do consumo de lácteos podem também provocar insuficientes ingestões de nutrientes-chave para a saúde humana, como as vitaminas D<sub>3</sub>, B<sub>2</sub> (riboflavina) e B<sub>12</sub> (cobalamina), as quais estão naturalmente presentes na gordura do leite (GERMAN et al., 2009). Neste sentido, para assegurar adequado consumo total de energia, de AG essenciais e de vitaminas lipossolúveis, a FAO (2010) recomenda que, no mínimo, 15% da energia da dieta de um adulto seja proveniente do consumo de gordura, com indicação para consumo máximo na faixa de 20 a 35% da energia da dieta.

Sempre é bom lembrar que o reducionismo nutricional pode ser inútil em determinar os fatores de risco para determinada doença, haja vista que os indivíduos não consomem AG saturados como entidade dietética isolada, mas como componente da gordura de determinados alimentos, dentre eles o leite integral e seus derivados, que possuem também AG monoinsaturados,

poli-insaturados, e outros agentes antiaterogênicos, como fibras alimentares e moléculas antioxidantes (PARODI, 2009; LOCK & BAUMAN, 2011).

Por fim, diante de tantas evidências e descobertas científicas relacionadas aos componentes da gordura do leite e, em especial, aos AG bioativos, a pergunta que muitos consumidores devem estar se fazendo é: Como então usufruir dos benefícios que estes vários AG da gordura do leite podem trazer para a nossa saúde? Primeiramente, deve-se continuar a consumir o leite integral e seus derivados (ERICSON et al., 2015). Evidentemente, que isto deve ser feito sem excessos e sempre ingerindo estes alimentos como parte de uma dieta equilibrada, associada a hábitos saudáveis de vida (MOZAFFARIAN, 2011; RICE et al., 2013; WEAVER et al., 2013; BRASIL, 2014; ERICSON et al., 2015). Em segundo lugar, há que estar atentos aos resultados de estudos conduzidos no Brasil e no mundo nesta área de pesquisa, os quais, frequentemente, são mensageiros de boas notícias.

### **Pesquisas realizadas na Embrapa Gado de Leite visando à produção de lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde e avaliação dos seus efeitos biológicos**

A partir de 2005, vêm sendo realizados na Embrapa Gado de Leite, com o apoio financeiro da Embrapa, Fapemig, CNPq e Capes, e em parceria com a Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro/RJ) e Universidades Federais (UFJF, UFLA, UFMG, UFRJ e UFV), vários experimentos com os objetivos de: 1) Avaliar estratégias nutricionais e forrageiras tropicais capazes de aumentar a concentração de AG bioativos na gordura do leite; e 2) Testar, em estudos com animais e humanos, os efeitos da ingestão desta gordura naturalmente modificada sobre biomarcadores de doenças crônicas.

Deve-se ressaltar, que, à época, quando esta linha de pesquisa foi iniciada (e, de certa forma, ainda hoje!), a maioria dos resultados sobre o tema, disponíveis na literatura, referia-se a trabalhos realizados no Hemisfério Norte, em sistemas de produção de leite instalados, em sua maior

parte, em regiões de clima temperado, ou seja, sob condições de produção bem diferentes das vigentes no Brasil em termos de manejo nutricional das vacas, espécies de forrageiras, grupos genéticos, clima, solos etc.

Os resultados dos estudos realizados na Embrapa Gado de Leite têm mostrado que, assim como em outros países do mundo, há também no Brasil grande potencial para produção de leite com gordura naturalmente enriquecida com AG benéficos à saúde humana (LOPES et al., 2011b). Como resultados destes trabalhos, podemos destacar diversos aspectos importantes, que devem ser observados para produção de leite naturalmente enriquecido com AG benéficos à saúde, os quais serão brevemente apresentados e discutidos no tópico a seguir.

## **Aspectos relacionados à produção de leite naturalmente enriquecido com ácidos graxos benéficos à saúde**

### **Volumosos para produção de leite enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico**

Para obter leite com gordura naturalmente enriquecida com os ácidos rumênico e vacênico, a principal estratégia a ser utilizada é de ordem nutricional e consiste no fornecimento às vacas de dietas contendo volumosos e concentrados ricos em AG poli-insaturados, como os ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico (C18:2 *cis*-9 *cis*-12), principalmente, mas também, em menor escala, daqueles ricos em ácido oleico (COLLOMB et al., 2006; SHINGFIELD et al., 2010; LOPES et al., 2011b; SHINGFIELD & WALLACE, 2014).

No rúmen da vaca, os AG consumidos da dieta, são hidrolisados e sofrem diversas reações químicas de isomerização e hidrogenação, realizadas pela ação dos microrganismos ali presentes, sendo originados inúmeros AG intermediários (COLLOMB et al., 2006; SHINGFIELD et al., 2010; BUCCHIONI et al., 2012; SHINGFIELD & WALLACE, 2014). No intestino delgado, todos os AG que vieram do rúmen, bem como aqueles presentes nos próprios microrganismos, podem ser absorvidos para a circulação sanguínea, onde se juntam aos oriundos da mobilização de reservas corporais da vaca (SHINGFIELD et al., 2013). Todos estes AG ficam então

disponíveis para captação, para ser incorporados nos TAGs da gordura do leite, ou serem utilizados como substratos para síntese *de novo* de outros AG pela glândula mamária (SHINGFIELD et al., 2008, 2013). A síntese *de novo* na glândula mamária é responsável por 100% dos AG C4:0, C6:0, C8:0, C10:0 e C12:0; aproximadamente 95% do ácido mirístico (C14:0); e 50% do ácido palmítico (C16:0) secretados no leite (SHINGFIELD et al., 2013). Ademais, 90%, 55-56%, 60%, e 60-95%, respectivamente, dos AG miristoleico (C14:1 *cis*-9), palmitoleico (C16:1 *cis*-9), oleico e rumênico secretados no leite originam-se da síntese na glândula mamária, por meio da SCD que insere uma dupla ligação de configuração *cis* na posição 9 da cadeia carbônica dos AG mirístico, palmítico, esteárico e vacênico (SHINGFIELD et al., 2013; SHINGFIELD & WALLACE, 2014).

Pela Tabela 2, pode-se perceber que as forrageiras tropicais apresentam elevados teores dos AG linoleico e, principalmente, de  $\alpha$ -linolênico, que são os principais substratos para obtenção de leite naturalmente rico em ácidos rumênico e vacênico (ELGERSMA et al., 2006). Segundo Mohammed et al. (2009), 79,4% da variabilidade na produção de ácido rumênico no leite bovino foi explicada por diferenças no consumo de ácido  $\alpha$ -linolênico. Segundo Coppa et al. (2013), a proporção de forragem fresca na dieta das vacas foi a principal variável independente em equações de predição de teor dos ácidos rumênico e vacênico no leite.

Ressalte-se que, tipicamente, as forrageiras tropicais apresentam baixos teores de extrato etéreo (0,8 a 3,6% da matéria seca), mas valor superior (4,5% da matéria seca) foi relatado (O'KELLY & REICH, 1976; Tabela 2). Considerando as forragens conservadas, observam-se reduzidos teores dos ácidos linoleico e  $\alpha$ -linolênico nas silagens de *B. ruziziensis* e de cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), e no feno de *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85 (Tabela 2). A razão para isto é que nos processos de fenação e, em menor grau, de ensilagem, ocorrem perdas oxidativas de AG poli-insaturados, principalmente de  $\alpha$ -linolênico (DEWHURST et al., 2006). Como consequência, dietas baseadas nestes volumosos, quando não suplementadas com fontes lipídicas, permitem a obtenção de mo-



destos teores de ácido rumênico no leite (0,40 a 0,83 g/100 g), conforme compilado nos Anexos 1 e 2.

Um importante aspecto que deve ser considerado para produção de leite rico em AG benéficos à saúde é que existem importantes diferenças nos teores dos ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico entre as várias espécies de gramíneas tropicais, bem como decorrentes do efeito de estação do ano (Tabela 2). De modo geral, menores concentrações destes AG são observadas no inverno (estação da seca) em comparação com o verão (estação das “águas”). Devem-se destacar os elevados teores de ácido  $\alpha$ -linolênico presentes nas forragens de *P. purpureum* cvs. Pioneiro e Cameron manejados sob pastejo (48,7 a 64,7 g/100 g de AG), de modo geral bastante superiores aos observados nas forragens desta mesma espécie, obtidas por corte (Tabela 2).

Outra informação relevante é que existem importantes diferenças no perfil de AG entre cultivares da mesma espécie de gramínea forrageira. Como exemplos disto, têm-se o estudo de Palladino et al. (2009a), onde 12 cultivares da gramínea de clima temperado azevém-perene (*Lolium perenne*) foram comparadas; e na Tabela 2, o trabalho de Perez et al. (2010), que avaliaram, no Brasil, quatro cultivares de capim-elefante (Napier, Cameron, Roxo Botucatu e Pioneiro).

Estudos dos efeitos de níveis de adubação nitrogenada, da idade de crescimento da forrageira, e do manejo de pastagens tropicais sobre o perfil de AG do leite estão atualmente em andamento na Embrapa Gado de Leite. Na literatura de clima temperado, já há diversos artigos publicados sobre estes temas (BOUFAÏED et al., 2003; ELGERSMA et al., 2005; BARGO et al., 2006; DEWHURST et al., 2006; WITKOWSKA et al., 2008; PALLADINO et al., 2009b; ARVIDSSON et al., 2012; KHAN et al. 2012; GLASSER et al., 2013) e também sobre efeitos do horário de pastejo (manhã ou tarde) sobre mudanças no perfil de AG do pasto (PAGANO et al., 2011) e do método de conservação da forragem (ARVIDSSON et al., 2009). Tais resultados revestem-se de importância para aplicação em sistemas de produção de leite a pasto, sendo de extrema relevância a realização destas pesquisas nas condições brasileiras de produção.

**Tabela 2.** Teor de extrato etéreo (EE; % da matéria seca) e perfil de ácidos graxos (AG) de gramíneas tropicais.

Gramínea	EE	Ácidos graxos (g/100 g de AG totais)					Ref. <sup>1</sup>
		Palmitico	Esteárico	Oleico	Linoleico	$\alpha$ -linolênico	
<i>Brachiaria brizanta</i> cv. Marandu (extrusa)	1,2	23,5	3,1	4,6	19,7	42,4	(1)
<i>B. decumbens</i> (julho/2002)	1,1	36,7	7,5	10,5	18,3	21,1	(2)
<i>B. decumbens</i> (novembro/2002)	2,2	33,3	6,0	5,5	20,1	31,5	(2)
<i>B. ruziziensis</i> (julho/2002)	2,1	21,0	2,2	6,7	17,8	50,4	(2)
<i>B. ruziziensis</i> (novembro/2002)	3,6	25,6	3,7	2,7	19,6	46,1	(2)
Silagem de <i>B. ruziziensis</i>	2,3	28,2	15,3	14,6	12,3	2,3	(3)
<i>Pennisetum purpureum</i> (4 cultivares)	NI <sup>2</sup>	22,0-40,0	2,0-4,0	2,0-8,0	14,0-28,0	22,0-55,0	(4)
<i>P. purpureum</i>	1,9	25,3	5,8	5,7	18,7	37,0	(2)
<i>P. purpureum</i>	3,2 <sup>3</sup>	34,7	12,6	7,6	13,3	37,3	(14)
<i>P. purpureum</i> picado	1,2	27,9-42,5	3,5-5,6	5,9-11,6	17,1-25,9	13,8-22,6	(5)
<i>P. purpureum</i> picado	1,2	23,1-31,1	2,4-3,7	3,0-5,7	16,5-24,0	22,3-36,5	(6)
<i>P. purpureum</i> picado	2,4	17,6-21,0	1,9-2,6	4,0-6,0	14,0-15,8	24,6-28,7	(6)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro - Estrato Superior	3,1	15,4-20,1	NI	0,9-1,7	14,1-16,0	61,5-64,7	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro - Estrato Inferior	2,3	17,3-21,6	NI	2,7-3,1	20,0-23,0	48,7-53,9	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro (90 cm altura)	2,9	15,4-20,0	NI	1,7-3,1	14,1-21,4	51,7-64,7	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Pioneiro (120 cm altura)	2,6	17,1-21,6	NI	0,9-2,8	15,4-23,0	48,7-62,0	(7)
<i>P. purpureum</i> cv. Cameron (pasto)	2,8	18,7	2,5	1,72	12,3	53,8	(8)
<i>P. purpureum</i> cv. Cameron (pasto)	2,8	18,4	2,3	1,7	12,3	52,0	(17)
<i>Cynodon dactylon</i> <sup>4</sup>	NI	26,3	2,4	2,7	8,4	27,4	(9)
<i>Cynodon</i> spp (coast-cross/estrela-africana)	2,1	25,5	11,3	8,9	14,3	38,9	(10)
Feno de <i>C. dactylon</i> cv. Tifton-85	2,1	36,0	3,6	5,5	13,0	20,6	(15)
<i>Paspalum notatum</i> <sup>4</sup>	NI	31,6	1,7	2,2	20,9	12,6	(9)
<i>Paspalum dilatatum</i> <sup>4</sup>	NI	41,5	2,2	3,1	17,9	20,1	(9)
<i>Paspalum distichum</i> (verão)	3,1 <sup>3</sup>	23,8	3,0	6,1	25,1	34,8	(11)
<i>P. distichum</i> (inverno)	2,4 <sup>3</sup>	29,7	6,8	11,7	24,4	19,9	(11)
<i>P. maximum</i> var. Trichoglume (verão)	3,4 <sup>3</sup>	30,3	4,1	6,5	27,9	23,4	(11)
<i>P. maximum</i> var. Trichoglume (inverno)	3,0 <sup>3</sup>	29,6	5,4	9,5	32,4	15,8	(11)
<i>P. maximum</i> cv. Massai	2,8	41,8	6,2	6,8	9,4	30,0	(18)
<i>Cenchrus ciliaris</i> (verão)	4,5 <sup>3</sup>	23,3	2,5	6,6	22,5	35,3	(11)
<i>C. ciliaris</i> (inverno)	2,9 <sup>3</sup>	29,2	4,6	9,6	27,4	20,1	(11)
<i>Chloris gayana</i> (verão)	3,6 <sup>3</sup>	23,4	2,4	6,2	19,9	34,9	(11)
<i>C. gayana</i> (inverno)	3,0 <sup>3</sup>	30,7	3,8	9,9	23,5	19,2	(11)
<i>C. gayana</i> <sup>4</sup>	NI	32,0	1,8	2,4	4,3	31,3	(9)
<i>Saccharum officinarum</i> (picada)	0,8	27,1	2,4	9,1	35,9	22,9	(2)
<i>S. officinarum</i> RB-739735 (picada)	1,2	26,5	4,4	12,7	30,7	10,7	(13)
<i>S. officinarum</i> (picada)	NI	26,2	2,6	8,7	24,3	13,9	(15)
Silagem de <i>S. officinarum</i> (cana)	0,6	30,5	5,8	17,8	6,0	1,7	(15)
Silagem de cana SP-791011	1,8	42,3	11,7	12,0	13,5	ND <sup>5</sup>	(16)
Silagem de cana + 1% de ureia	1,1	45,4	8,1	14,0	16,8	2,8	(16)
Silagem de cana + 0,5% ureia + 0,5% CaO	1,7	37,7	12,1	11,7	15,4	0,7	(16)
Silagem de cana + 1% de CaO	1,7	43,1	10,0	14,5	15,7	3,1	(16)

<sup>1</sup>Referências: (1) Mourthé et al (No Prelo); (2) Fernandes et al. (2007); (3) Suksombat et al. (2013); (4) Perez et al. (2010); (5) Ribeiro (2009); (6) Ribeiro (2013); (7) Dias (2012); (8) Souza (2014); (9) Ebina et al. (1997); (10) Santos (2010); (11) O'Kelly & Reich (1976); (13) Souza (2011); (14) Toyos-Vargas et al. (2013); (15) Informação pessoal (Dados não publicados); (16) Martins (2013); (17) Macedo (2012); (18) Faria (2012).

<sup>2</sup>NI = não identificado; <sup>3</sup>Teor de lípidos totais (% da matéria seca); <sup>4</sup>% do fosfatidilglicerol; <sup>5</sup>ND = não detectado.

Merecedora de nota, análises do perfil de AG na cana de açúcar (Tabela 2), importante volumoso para rebanhos leiteiros no período da seca, indicaram que esta forrageira, além de apresentar baixos teores de extrato etéreo tanto na forragem fresca (0,8 a 1,2% da matéria seca) quanto na ensilada (0,6 a 1,8% da matéria seca), é pobre em ácido  $\alpha$ -linolênico (10,7 a 22,9 g/100 de AG), com teores medianos dos AG linoleico e oleico (respectivamente, 30,7 a 35,9 g/100 de AG; e 9,1 a 12,7 g/100 de AG). As silagens de cana de açúcar apresentaram valores ainda menores para os ácidos oleico (11,7 a 17,8 g/100 de AG), linoleico (6,0 a 16,8 g/100 de AG) e, principalmente,  $\alpha$ -linolênico (0,7 a 3,1 g/100 de AG). Como consequência, a cana de açúcar fresca ou ensilada, quando não suplementada com AG poli-insaturados, apresenta limitado potencial para produção de leite naturalmente rico em ácidos rumênico (0,38 a 0,83 g/100 de AG) e vacênico (0,8 a 2,37 g/100 de AG), conforme compilado nos Anexos 2 e 3.

### **Potencial dos sistemas de produção de leite a pasto na produção de leite naturalmente enriquecido com ácidos graxos benéficos à saúde**

Na Tabela 3, têm-se, a título de exemplo, resultados de teores de AG bioativos e de AG saturados (láurico, mirístico e palmítico) presentes na gordura do leite de vacas manejadas em pastagens de clima temperado, em comparação com aquelas recebendo dietas típicas de confinamento, baseadas em forragens conservadas suplementadas com concentrados (KRATZ et al., 2013). Nesta compilação de dados, pode-se perceber o maior potencial nutracêutico da gordura do leite produzido a pasto, com maiores concentrações dos AG considerados benéficos à saúde, e menor teor dos AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico.

Utilizando banco de dados de perfis de AG do leite de vacas, analisados de amostras coletadas em tanques de propriedades leiteiras na França, cuja alimentação do rebanho era predominantemente baseada em pastagens de clima temperado, ou em dietas típicas de confinamento (forragens conservadas suplementadas com concentrados), Ferlay et al. (2008) realizaram análise multivariada de componentes principais e observaram importantes relacionamentos entre os sistemas de alimentação

das vacas e os AG majoritários/minoritários da gordura do leite. Um *cluster* relacionou o consumo de pasto e os AG oleico, rumênico, *trans*-palmitoleico, esteárico, vacênico e outros isômeros C18:1 *trans* e C18:1 *cis*, além de isômeros não-conjugados do ácido linoleico. Outro *cluster* relacionou alimentação à base de silagem de gramíneas suplementadas com concentrados e os AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico, além de C10:0, C13:0 e AG monoinsaturados *cis*-9 com  $\leq 16$  átomos de carbono na cadeia. Estes resultados demonstram o potencial de sistemas baseados em pastagens para produção de leite com gordura com perfil de AG mais adequado para a saúde humana.

**Tabela 3.** Potencial nutracêutico da gordura do leite produzido a pasto.

Ácido graxo (% da gordura)	Pasto/forragem fresca	Dietas de confinamento
C4:0 (ácido butírico)	3,4	3,6
C16:1 <i>trans</i> -9 (ácido <i>trans</i> -palmitoleico)	0,14	0,06
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11 (ácido rumênico)	1,61	0,45
3, 7, 11, 15 tetrametil-hexadecanoico (ácido fitânico)	0,45	0,15
C18:1 <i>trans</i> -11 (ácido vacênico)	3,1	0,7
C18:1 <i>cis</i> -9 (ácido oleico)	24,1	20,2
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15 (ácido $\alpha$ -linolênico)	0,78	0,16
$\Sigma$ C12:0 + C14:0 + C16:0 (ácidos láurico + mirístico + palmítico)	39,4	54,1

**Fonte:** Adaptado de Kratz et al. (2013).

Roda et al. (2015) compararam o perfil de AG do leite de vacas manejadas em sistema de confinamento, com os dos leites produzidos em pastagens da região dos Alpes, no Noroeste da Itália, sob duas altitudes (400 a 700 m e 1.400 a 2.250 m). Nas dietas das vacas confinadas não havia fornecimento de forragens frescas, sendo as mesmas baseadas em diferentes porcentagens de volumosos conservados (fenos e silagens) suplementados com concentrados. Os autores relataram que os leites produzidos a pasto, em comparação aos obtidos das vacas confinadas, além do maior teor de gordura ( $P < 0,05$ ), apresentaram menores concentrações dos AG láurico, mirístico e palmítico ( $P < 0,01$ ) e maiores teores dos AG oleico, vacênico, rumênico e  $\alpha$ -linolênico ( $P < 0,01$ ), corroborando os resultados apresentados anteriormente, obtidos por Ferlay et al. (2008) e relatados por Kratz et al. (2013).

Roda et al. (2015) também observaram que o leite das vacas manejadas nas pastagens situadas sob maior altitude apresentou maiores teores dos ácidos  $\alpha$ -linolênico e vacênico. Tal efeito, que já havia sido relatado no trabalho de Coppa et al. (2013), demonstra que a altitude em que a pastagem se situa é mais um fator a modular o perfil de AG do leite. As diferenças encontradas no perfil de AG do leite em função da altitude da pastagem podem ser parcialmente atribuídas às diferenças de temperatura ambiente e às peculiares mudanças nas composições botânica e química da forragem disponível e da efetivamente consumida pelas vacas. Por exemplo, nas pastagens sob maior altitude há potencial para incremento no consumo de ácido  $\alpha$ -linolênico em função da maior proporção de brotos nas gramíneas, decorrente do alongamento do período vegetativo do pasto (Roda et al., 2015). Também pode ocorrer maior ingestão de metabólitos secundários (*e.g.* terpenos e polifenóis) presentes em plantas forrageiras normalmente encontradas em maior proporção e diversidade em pastagens situadas sob altitudes mais elevadas. Estes compostos podem promover mudanças no ambiente ruminal como, por exemplo, reduzindo a bio-hidrogenação de AG poli-insaturados, e aumentando a concentração destes AG no leite. Outra hipótese que pode ajudar a explicar a mudança no perfil de AG do leite de vacas manejadas a pasto diz respeito ao relevo e à taxa de lotação da pastagem como determinantes da exigência de maior esforço físico das vacas e da necessidade de caminhadas mais longas inerentes à atividade de pastejo, que podem induzir mobilização de reservas corporais (LEIBER et al., 2005; FERLAY et al., 2011).

Resultados de trabalhos realizados pela Embrapa Gado de Leite e por outras instituições de ensino e pesquisa no Brasil são indicativos de que dietas baseadas em silagem de milho, suplementadas com concentrados sem ingredientes ricos em AG  $\alpha$ -linolênico e linoleico, apresentam limitado potencial para produção de leite com concentrações elevadas dos ácidos rumênico e vacênico, respectivamente,  $\leq 0,67$  g/100 g de AG e  $\leq 3,93$  g/100 g de AG.

No entanto, quando se trabalha com vacas em pastagens tropicais, mesmo sem suplementação concentrada ou utilizando concentrados sem

ingredientes ricos em AG poli-insaturados, ainda assim, os resultados obtidos são bastante expressivos e promissores. Os resultados compilados no Anexo 4 mostram que nestas condições os teores dos ácidos rumênico e vacênico variaram, respectivamente, de 0,40 a 1,64 g/100 g de AG, e de 0,91 a 4,49 g/100 g de AG, valores estes que podem ser considerados elevados quando comparados aos normalmente observados no leite de vacas consumindo dietas típicas de confinamento, baseadas em forragens conservadas (e.g. silagens e fenos) suplementadas com concentrados sem ingredientes lipídicos.

Os resultados apresentados nos Anexos 4 e 5 referem-se a experimentos realizados com os principais gêneros de gramíneas forrageiras utilizadas na formação de pastagens no Brasil, quais sejam: *Brachiaria brizantha* (cvs. Marandu, Xaraés, MG-5), *Brachiaria ruziziensis*, *Panicum maximum* (cvs. Tanzânia e Massai), *Pennisetum purpureum* (cvs. Pioneiro, Cameron), *Cynodon nlemfuensis* (cv. Estrela Africana), e *Cynodon dactylon*. Como pode ser visto nos Anexos 4 e 5, foram apenas onze os trabalhos disponíveis com resultados de perfil de AG no leite de vacas manejadas em pastagens formadas com gramíneas tropicais, o que evidencia a necessidade de mais pesquisas nesta área do conhecimento. Ressalte-se que muitos destas publicações por serem, de modo geral, recentes ( $\geq 2009$ ), estão ainda na forma de trabalhos de conclusão de cursos de pós-graduação, o que, adicionalmente, dificulta sua divulgação e acesso à informação.

Ademais, os teores dos AG rumênico, vacênico e CLA *trans*-10 *cis*-12, dentre outros não compilados nos Anexos 4 e 5, não foram informados em muitos destes trabalhos. Além disto, alguns valores obtidos nestes experimentos podem ser considerados atípicos, sendo, portanto, passíveis de dúvida, haja vista apresentarem-se fora das faixas consideradas biologicamente normais para específicos AG no leite. Isto pode refletir a utilização de colunas capilares não adequadas para as análises como, por exemplo, aquelas com comprimento  $\leq 60$  m (VAN VALENBERG et al., 2013), bem como demonstra a falta de padronização entre os laboratórios das instituições de ensino e pesquisa do Brasil para as análises

cromatográficas de perfil de AG no leite e derivados. Tais considerações são, de modo geral, também aplicáveis aos resultados compilados nos Anexos 1 e 3.

A despeito destas últimas considerações, as informações compiladas nos Anexos 4 e 5 ilustram o potencial das gramíneas tropicais manejadas sob pastejo para produção de leite com perfil de AG mais desejável do ponto de vista de nutrição e saúde humana. Esta característica poderia ser mais bem explorada por aqueles que se dedicam no Brasil à produção de leite a pasto. Por exemplo, em países como EUA, Itália, e Argentina pode-se observar em alguns rótulos de embalagens de manteiga, creme de leite, queijo e de leite integral produzido a pasto, alusões aos maiores teores de CLA e/ou de AG  $\omega$ -3. Em tempo, este tipo de informação só pode constar nos rótulos das embalagens desde que permitido pelas legislações locais de rotulagem. No Brasil, alusões deste tipo ainda não podem ser incluídas nos rótulos, conforme determinação da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), que é o órgão governamental regulador e fiscalizador.

No Anexo 1, têm-se resultados de perfil de AG do leite de vacas confinadas consumindo gramíneas tropicais como base da dieta, suplementadas ou não com concentrados lipídicos. Ressalte-se que todos os experimentos realizados com forragens fornecidas frescas e picadas no cocho utilizaram o tradicional capim-elefante (*P. purpureum*) como base das dietas. Nestes experimentos, as concentrações de ácido rumênico variaram de 1,22 a 4,59 g/100 de AG no leite das vacas que consumiram as dietas suplementadas com concentrados lipídicos. Por outro lado, a utilização de forragens conservadas (feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85) não suplementadas com concentrados lipídicos permitiu obter teores de ácido rumênico no leite bem inferiores, na faixa de 0,45 a 0,56 g/100 g de AG. Conforme já discutido anteriormente, tais resultados podem ser considerados indicativos de que nos processos de fenação ocorrem importantes perdas oxidativas de AG poli-insaturados, principalmente de  $\alpha$ -linolênico (DEWHURST et al., 2006), principal substrato para obtenção de leite naturalmente rico em ácidos rumênico e vacênico (MOHAMMED et al., 2009).

## Potencial dos sistemas de produção orgânica de leite na obtenção de leite enriquecido com ácidos graxos benéficos à saúde

Outro aspecto que merece ser destacado diz respeito à produção orgânica de leite. Benbrook et al. (2013) analisaram o perfil de AG de 378 amostras de leite produzido de forma convencional ou orgânica, coletadas em sete regiões dos EUA. Ao longo de 12 meses, o leite produzido em sistema orgânico apresentou 18% a mais de ácido rumênico; 12% a mais do ácido *trans*-palmitoleico; e respectivamente, 60%, 33% e 18% a mais dos ácidos  $\alpha$ -linolênico, EPA e DPA, todos da família  $\omega$ -3. Nos EUA, a legislação exige para certificação das fazendas orgânicas que, no mínimo 30% do consumo diário de matéria seca das vacas em lactação seja proveniente de pasto por, no mínimo, 120 dias da estação de crescimento das forragens. Na maior parte das fazendas convencionais, as dietas são baseadas em misturas completas de forragens conservadas e concentrados, com baixa utilização de pastagens (BENBROOK et al., 2013). Para demonstrar o potencial deste mercado, as vendas de leite de produção orgânica nos EUA cresceram 9,5% nos onze primeiros meses de 2014, sendo gastos, aproximadamente, 5,1 bilhões de dólares com laticínios em 2014 (MULVANY, 2015).

Em trabalho realizado na Itália, Prandini et al. (2009) compararam o leite obtido em sistemas de produção orgânica, baseados na utilização de pastagens de alfafa (*Medicago sativa*) suplementada com concentrados, com o leite produzido em sistemas convencionais, cuja alimentação das vacas baseava-se em forragens conservadas (silagem de milho e feno de alfafa) e concentrados. Segundo os autores, foram observados maiores teores dos AG  $\alpha$ -linolênico, vacênico e rumênico no leite obtido nos sistemas de produção orgânica.

Nos trabalhos apresentados anteriormente (PRANDINI et al., 2009; BENBROOK et al., 2013), leites com maiores teores de AG benéficos à saúde foram obtidos nos sistemas de produção orgânica. Ressalte-se que os resultados obtidos nestes dois estudos basearam-se na análise de amostras de leite coletadas *in loco*, diretamente nas propriedades. Assim, Butler et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de verificar se o



perfil de AG da gordura de várias marcas de leite compradas no comércio varejista do Noroeste da Inglaterra refletia tais diferenças relatadas na literatura, para leites produzidos em sistemas orgânico ou convencional. Os resultados mostraram que o leite de produção orgânica disponível na rede varejista do Noroeste da Inglaterra, além do maior teor de gordura ( $P < 0,01$ ), apresentou menores ( $P \leq 0,05$ ) concentrações dos AG saturados hipercolesterolêmicos láurico e palmítico, e maiores ( $P < 0,05$ ) teores dos AG vacênico, rumênico e dos AG da família  $\omega$ -3  $\alpha$ -linolênico, EPA e DPA. No entanto, menor ( $P < 0,01$ ) concentração de ácido mirístico foi obtida no leite de produção convencional, enquanto que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os sistemas de produção quanto ao teor de ácido oleico. Digno de nota, Butler et al. (2011) relataram diferenças ( $P < 0,05$ ) entre marcas nos teores dos AG oleico, linoleico e poli-insaturados dos leites produzidos em sistemas orgânicos. Os autores concluíram que os resultados obtidos no comércio varejista trazem informação acurada para consumidores acerca do perfil de AG do leite.

No Brasil, em trabalho realizado ao longo de 12 meses, com amostras de seis leites pasteurizados integrais provenientes de produção orgânica ou convencional, obtidas no comércio local da cidade de São Paulo, o teor de CLA no leite de produção orgânica foi 2,4 e 2,8 vezes maior do que no leite convencional, respectivamente, nos meses de verão e outono (FANTI et al., 2008).

A despeito de diferenças nas normas que regem a produção orgânica do leite para fins de certificação no Brasil e em outros países, pode-se vislumbrar seu potencial para produção de leite naturalmente rico em AG benéficos à saúde humana.

### **Suplementação lipídica das dietas como estratégia para produção de leite enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico**

No Brasil, há grande disponibilidade, embora muitas das vezes de caráter regional em função de aspectos de logística, de suplementos concentrados ricos em AG poli-insaturados (*e.g.* ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico),

que podem ser utilizados na alimentação de vacas para produção de leite naturalmente enriquecido com AG bioativos benéficos à saúde.

Como exemplos, podemos citar os óleos e grãos de oleaginosas (*e.g.* óleos e grãos de soja, girassol, canola e linhaça) e os sais de Cálcio de óleos vegetais ou de CLA (CAVALIERI et al., 2005; NEVES et al., 2009; MEDEIROS et al., 2010; LOPES et al., 2011b; SILVA-KAZAMA et al., 2010; SOUZA, 2014). Outros suplementos lipídicos que também podem ser incluídos em dietas de vacas em lactação para, potencialmente, alterar positivamente o perfil de AG do leite são coprodutos da agroindústria brasileira, como resíduo de cervejaria e caroço de algodão (SOGLIA & ABREU, 2003; FERNANDES et al., 2007; COSTA et al., 2011) ou da produção de biocombustível, tais como as tortas de oleaginosas ou de oleíferas (*e.g.* tortas de soja, de girassol, de algodão e de palmas, como dendê e macaúba) (ABDALLA et al., 2008; PEREIRA et al., 2011; FARIA, 2012; OLIVARES-PALMA et al., 2013), além de glicerinas brutas de baixa pureza, ricas em AG poli-insaturados (SANTANA JÚNIOR, 2013; MENESES et al., 2015).

A suplementação de dietas de vacas com concentrados ricos em óleos vegetais tem sido estratégia nutricional bastante utilizada no Brasil (LOPES et al., 2011b) e no mundo (SCHROEDER et al., 2004; GLASSER et al., 2008; FERLAY et al., 2011; SHINGFIELD et al., 2013) em estudos visando manipular o perfil de AG do leite.

Resultados de trabalhos realizados pela Embrapa Gado de Leite e por outras instituições de ensino e pesquisa no Brasil são indicativos de que a utilização de suplementos concentrados ricos em AG  $\alpha$ -linolênico e linoleico, tais como grãos de oleaginosas (soja, linhaça, canola), processados ou não (extrusão, moagem, tostagem, tratamentos químicos) em dietas típicas de confinamento, baseadas em forragens conservadas (*e.g.* silagens e fenos) permite obter concentrações que podem ser consideradas medianas de ácido rumênico no leite, de até 1,01 g/100 g de AG (LOPES et al., 2011b). No entanto, quando se trabalha com vacas em pastagens tropicais bem manejadas, a suplementação com concentrados lipídicos permite obter teores bem mais elevados no leite, de até 2,46 g/100 g de AG (Anexo 5).

Na Embrapa Gado de Leite, foram realizados experimentos com vacas manejadas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu suplementada com quantidades crescentes de soja tostada (MOURTHÉ et al., No Prelo – Anexos 4 e 5) e com vacas confinadas recebendo dietas baseadas em capim-elefante suplementado com concentrados formulados com níveis crescentes de óleos de soja ou de girassol (RIBEIRO, 2009, 2013 – Anexo 1). De modo geral, o incremento na suplementação lipídica promoveu aumento linear nos teores dos ácidos rumênico, vacênico, e oleico, e concomitante redução das concentrações dos AG saturados láurico, mirístico e palmítico na gordura do leite. Segundo a FAO (2010), há evidência científica suficiente demonstrando que substituir AG de cadeia saturada láurico, mirístico e palmítico por AG poli-insaturados promove redução na concentração plasmática de colesterol LDL e na relação colesterol total/colesterol HDL, respostas estas indicativas de menor risco de ocorrência de doenças cardiovasculares. Similar efeito cardioprotetor, embora em menor escala, pode ser obtido pela substituição dietética dos AG láurico, mirístico e palmítico por ácido oleico (FAO, 2010). As mudanças nos perfis de AG da gordura do leite nos três experimentos em resposta à suplementação de forrageiras tropicais com óleos vegetais estão alinhadas com tais recomendações.

O enorme potencial da associação de capins tropicais com fontes ricas em AG poli-insaturados, visando à produção de leite enriquecido com AG benéficos à saúde, pode ser exemplificado a partir do resultado de experimento realizado na Embrapa Gado de Leite, onde foi obtido aumento de 360% no teor de ácido rumênico (4,59 g/100 de AG) na gordura do leite de vacas Holandês x Gir consumindo capim-elefante picado suplementado com 4,5% de óleo de soja na matéria seca da dieta, em comparação com o das vacas que não receberam o óleo (RIBEIRO, 2009 – Anexo 1).

De modo geral, a inclusão de óleos vegetais livres produz mudanças mais bruscas no perfil de AG do leite do que quando grãos não processa-

dos da mesma oleaginosa são fornecidos na dieta (DHIMAN et al., 2000; GLASSER et al., 2008; CHILLIARD et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009; BENCHAAAR et al., 2014). E mais, há diferentes respostas no perfil de AG do leite em função do tipo de processamento (*e.g.* integral, moagem, laminação, micronização, peletização, extrusão, tostagem etc.) aplicado no grão (CHOUINARD et al., 1997; DHIMAN et al., 2000; SILVA et al., 2007; CHILLIARD et al., 2009; NEVES et al., 2009; SILVA-KAZAMA et al., 2010; SANTOS et al., 2011).

Considerando o atual sistema de pagamento por qualidade do leite adotado por muitas cooperativas e indústrias processadoras no Brasil, a inclusão de óleos vegetais livres em dietas de vacas não é viável economicamente, já que não há bonificação para maiores teores de AG de interesse para a saúde humana, como o rumênico, vacênico e/ou oleico. Tal informação respalda-se em resultados de trabalhos de avaliação da viabilidade econômica da inclusão de óleos de soja e de girassol em dietas baseadas em forrageiras tropicais, realizados na Embrapa Gado de Leite (LOPES et al., 2012, 2014).

No Anexo 3, excluindo um resultado atípico para teor de ácido mirístico, as somas das concentrações dos três AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico apresentaram-se nas faixas de 49,7 a 56,1 g/100 de AG e de 51,9 a 57,1 g/100 de AG, respectivamente, para dietas baseadas em cana de açúcar fornecida fresca ou ensilada, ambas não suplementadas com lipídeos. A suplementação lipídica destas dietas permitiu reduzir os teores dos AG hipercolesterolêmicos para a faixa de 27,33 a 48,61 g/100 de AG e aumentar o teor de ácido rumênico de 0,38 a 0,54 g/100 de AG para até 2,75 g/100 de AG. No entanto, como efeito colateral negativo da utilização de suplementos lipídicos em dietas à base de cana de açúcar, normalmente observam-se elevados incrementos nas concentrações dos AG C18:1 *trans*, com destaque para os ácidos elaídico e C18:1 *trans*-10 (SOUZA, 2011; BARROS et al., 2013), aos quais são associados efeitos nocivos à saúde cardiovascular (ALMEIDA et al., 2014b).

## Efeito do horário e frequência de ordenha sobre o perfil de ácidos graxos do leite

Em dois experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite (LOPES et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014a), foi observado que manteigas produzidas com o leite da ordenha da tarde apresentaram perfil de AG mais desejável do ponto de vista de saúde humana quando comparadas às produzidas com o leite ordenhado pela manhã. Embora as diferenças não tenham sido de grande magnitude, há uma oportunidade de enriquecer adicionalmente lácteos com AG benéficos à saúde pela simples seleção do leite da ordenha da tarde para sua produção.

Em estudo realizado em sistemas de produção orgânica e convencional de leite na Nova Zelândia, ambos baseados em pastagens, Schwendel et al. (2015) relataram que o leite ordenhado pela manhã apresentou maiores ( $P < 0,05$ ) concentrações dos AG saturados hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico, enquanto que o leite obtido à tarde apresentou teores mais elevados dos ácidos oleico, vacênico, *trans*-palmitoleico, rumênico, bem como para os AG da família  $\omega$ -3  $\alpha$ -linolênico, EPA, DPA e DHA. Não houve diferenças entre ordenhas ( $P > 0,05$ ) para as concentrações dos AG linoleico e araquidônico (C20:4  $\omega$ -6). Os resultados mostraram que na ordenha da tarde pode ser obtido leite com perfil mais saudável de AG na gordura.

Na França, Ferlay et al. (2010) realizaram experimento para avaliar diversos fatores que modulam o perfil de AG do leite. Na fase pré-experimental do estudo, os autores avaliaram o efeito do horário da ordenha (manhã *versus* tarde) sobre o perfil de AG da gordura do leite de vacas das raças Holandês *versus* Montbeliárde alimentadas com dieta à base de silagem de milho e feno, suplementada com concentrado. Os autores relataram que o leite da ordenha da tarde apresentou menores ( $P < 0,01$ ) teores de AG láurico, mirístico e palmítico, considerados hipercolesterolêmicos; e maiores ( $P < 0,01$ ) concentrações dos AG bioativos oleico, vacênico, *trans*-palmitoleico, rumênico e  $\alpha$ -linolênico. Na fase experimental, dietas baseadas em silagem de milho foram utilizadas para avaliar os efeitos de raça da vaca (Holandês *versus* Montbeliárde), de suplementação com

sementes extrusadas de linhaça (0 *versus* 2,4 kg/vaca/dia) e também com antioxidantes (sintético = vitamina E *versus* natural = extratos de diversas plantas ricas em polifenóis) e do horário da ordenha (manhã *versus* tarde) sobre o perfil de AG da gordura do leite. Novamente, os autores relataram que o leite da ordenha da tarde apresentou menores ( $P < 0,05$ ) teores de AG hipercolesterolêmicos láurico, mirístico e palmítico. No entanto, dos AG bioativos, somente o oleico apresentou concentração maior ( $P < 0,01$ ) no leite da ordenha da tarde. Não houve efeito de horário de ordenha ( $P > 0,05$ ) sobre os teores dos ácidos vacênico, *trans*-palmitoleico, rumênico e  $\alpha$ -linolênico, mas, exceto pelo vacênico, os demais AG bioativos apresentaram valores numéricos superiores no leite da tarde.

Sumarizando, nos quatro trabalhos apresentados (FERLAY et al., 2010; LOPES et al., 2010; ALMEIDA et al., 2014a; SCHWENDEL et al. 2015), de modo geral, leite com maior potencial nutracêutico foi obtido na ordenha da tarde.

O efeito da frequência de ordenha sobre o perfil de AG do leite de vacas Holandês nos primeiros 21 dias de lactação foi estudado por Shields et al. (2011). Estes autores relataram que não houve efeito de duas ou quatro ordenhas diárias sobre os teores de AG saturados, monoinsaturados, poli-insaturados nem dos AG sintetizados **de novo** ou decorrentes da atividade da SCD na glândula mamária.

### **Variação individual do perfil de ácidos graxos no leite**

Nos diversos experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite, independentemente da raça ou grupamento genético da vaca, e da dieta que foi avaliada, foi sistematicamente observada grande variação individual quanto ao perfil de AG do leite, corroborando com resultados similares obtidos em outros trabalhos. Teores duas a três vezes superiores de ácido rumênico no leite de vacas das raças Holandês, Pardo-Suíço, Jersey e Mafriwall, recebendo a mesma dieta foram relatados (PETERSON et al., 2002; KELSEY et al., 2003; YASSIR et al., 2010; WANG et al., 2013),

podendo ser indicativos de importantes diferenças individuais na atividade da enzima SCD na glândula mamária.

No Brasil, em estudo realizado com vacas das raças zebuínas Gir e Guzerá, em que os animais de cada raça receberam a mesma dieta, foi observada ampla variação individual dentro de cada raça, quanto aos teores dos ácidos rumênico e oleico na gordura do leite (GAMA et al., 2013). Foi relatada ainda variação individual nos “Índices de Dessaturação (ID)”, que refletem a atividade da enzima SCD, a qual é responsável, na glândula mamária, por 60% e 60-95%, respectivamente, dos ácidos oleico e rumênico secretados no leite (SHINGFIELD et al., 2013; SHINGFIELD & WALLACE, 2014). Os ID são calculados de relações produto:substrato (KELSEY et al., 2003), como, por exemplo:  $ID_{\text{rumênico}} = \text{Rumênico} / (\text{Rumênico} + \text{Vacênico})$  e  $ID_{\text{oleico}} = \text{C18:1 } cis\text{-9} / (\text{C18:0} + \text{C18:1 } cis\text{-9})$ .

Estudos deste tipo já foram realizados em vacas de raças de origem europeia (MELE et al., 2007; SCHENNINK et al., 2008), sendo detectados polimorfismos em genes que codificam várias enzimas relacionadas à síntese de AG da gordura do leite. Em vacas de raças de origem zebuína tais estudos são menos frequentes (LACORTE et al., 2006; TANTIA et al., 2006).

Utilizando banco com 10.401 dados de perfil de AG do leite de sete raças de vacas ( $n = 1.918$ ) de 26 rebanhos, Soyeurt et al. (2008) estimaram herdabilidades de 20%, 20% e 3%, respectivamente, para  $ID_{\text{miristoleico}}$ ,  $ID_{\text{palmitoleico}}$  e  $ID_{\text{oleico}}$ . Em outro estudo (1.933 vacas de primeira lactação e 398 rebanhos), Schennink et al. (2008) estimaram valores de herdabilidade intra-rebanhos de 45%, 43%, 33% e 23%, respectivamente, para  $ID_{\text{miristoleico}}$ ,  $ID_{\text{palmitoleico}}$ ,  $ID_{\text{oleico}}$  e  $ID_{\text{rumênico}}$ . Baseados nestas herdabilidades, os autores concluíram ser factível a seleção de vacas para maior atividade mamária da SCD.

Na França, utilizando 425.000 resultados de amostras de leite de 86.458 vacas pertencentes a 1.023 rebanhos, Gion et al. (2011) estimaram valores de herdabilidade para os teores dos ácidos oleico e rumênico na gordura do leite e no leite de vacas de três raças (Normanda, Montbeliárde e Holandês). As herdabilidades estimadas foram de 11-16%, 11-17%,

17-21% e 14-18%, respectivamente para os teores dos ácidos oleico e rumênico no leite e na gordura do leite.

Tais estudos são meritórios haja vista que as informações obtidas poderão, no futuro, ser utilizadas em programas de melhoramento animal via seleção de animais geneticamente superiores para produção de leite com maiores teores de AG de interesse para a saúde humana, ou utilizar práticas nutricionais que aumentem a atividade da SCD na glândula mamária (MELE et al., 2007; LOCK & BAUMAN, 2011).

### **Efeito da estação do ano sobre o perfil de ácidos graxos do leite**

Na estação seca do ano, além da escassez de forragem nas pastagens, há menores teores dos ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico no pasto (Tabela 2), limitando a produção de leite naturalmente enriquecido com AG benéficos à saúde. Por esta razão, estudos de estratégias de manejo nutricional do rebanho nesta estação do ano, visando à obtenção de leite com perfil de AG mais atraente em termos de saúde humana, são de grande importância do ponto de vista mercadológico, pois asseguram às indústrias de laticínios, qualidade da matéria prima e garantia de manutenção de elevados níveis de específicos AG no leite e derivados ao longo do ano, permitindo sua ininterrupta comercialização.

Como visto anteriormente, a cana de açúcar picada, importante suplemento volumoso para o período da seca, bem como dietas baseadas em forragens conservadas (silagens e fenos) não suplementadas com fonte lipídicas apresentam limitado potencial para produção de leite enriquecido com os ácidos rumênico e vacênico (Anexos 1, 2 e 3). A suplementação destes volumosos com concentrados ricos em AG  $\alpha$ -linolênico e linoleico, desde que economicamente viável, é uma estratégia nutricional que pode ser utilizada, mas especial atenção deve ser dada à potencial ocorrência de redução do teor de gordura do leite, bem como de incremento nas concentrações de AG C18:1 *trans* indesejáveis (LOPES et al., 2011b).

Portanto, no período de escassez de forragem, estudar volumosos alternativos à cana de açúcar e às silagens e fenos é de grande importância



para garantir a manutenção, nesta estação do ano, de elevados teores de AG benéficos à saúde na gordura do leite.

Uma estratégia interessante, aplicável em regiões com ocorrência de baixas temperaturas no inverno e com disponibilidade de irrigação, poderia ser o cultivo de forrageiras de inverno, para serem fornecidas picadas, na forma fresca no cocho, ou consumidas sob pastejo pelas vacas (PRIMAVERSI et al., 2006; FONTANELI et al., 2009). Informações sobre o potencial destas forrageiras para produção de leite com elevado potencial nutracêutico estão amplamente disponíveis na literatura científica produzida em regiões de clima temperado do Hemisfério Norte (SCHROEDER et al., 2004).

### **Depressão no teor de gordura do leite como consequência da suplementação lipídica da dieta**

A produção de leite com gordura naturalmente enriquecida com AG benéficos à saúde, a partir de volumosos suplementados com concentrados ricos em AG poli-insaturados, pode resultar na depressão da síntese de gordura do leite (LOPES et al., 2011b). Isto pode trazer prejuízos de ordem econômica para o produtor rural, uma vez que a gordura é componente do sistema de pagamento por composição do leite adotado por diversas cooperativas e indústrias processadoras no Brasil (LOPES et al., 2012, 2014).

A síndrome da depressão do teor de gordura no leite ocorre em função de diversos fatores como relação volumoso:concentrado da dieta; tipo de volumoso; tipo e nível de inclusão, AG predominante e modo de fornecimento do suplemento lipídico; taxas de bio-hidrogenação e de passagem no rúmen; teor de amido da dieta; dentre outros, sendo mais comum quando óleos vegetais livres são utilizados (GRINARI et al., 1998; DHIMAN et al., 2000; RIBEIRO, 2009; FERLAY et al., 2011; SOUZA, 2011; BENCHAAAR et al., 2014; VAZIRIGOHAR et al., 2014). Nos óleos vegetais os AG poli-insaturados não estão protegidos como, por exemplo, nos grãos integrais não processados de oleaginosas, que exigem todo o esforço de mastigação e ruminação da vaca para permitir sua liberação de dentro do grão para o rúmen. Ou seja, quando a vaca consome uma dieta com grãos de soja

não processados ou com caroço de algodão, por exemplo, os AG poli-insaturados que estão presentes nestes suplementos concentrados, são liberados de forma lenta no rúmen, diferentemente do que ocorre quando óleos vegetais livres são diretamente consumidos pela vaca (DHIMAN et al., 2000; CHILLIARD et al., 2009; BENCHAAR et al., 2014). O processamento de grãos de oleaginosas por extrusão também promove rápida liberação do óleo vegetal no rúmen, podendo também resultar na depressão da síntese de gordura do leite (CHILLIARD et al., 2009; NEVES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; NEVES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2012).

Para evitar ou minimizar este problema, na Embrapa Gado de Leite, incorpora-se previamente o óleo vegetal no concentrado, que é então fornecido em mistura completa (*TMR*) com o volumoso da dieta (RIBEIRO et al., 2014). Todo este cuidado faz-se necessário, pois o aporte de grande quantidade de AG poli-insaturados de uma só vez no rúmen pode alterar todo o processo de fermentação ruminal, já que a capacidade para hidrogenação de AG dos microrganismos ali presentes é superada (DHIMAN et al., 2000; CHILLIARD et al., 2009), provocando mudanças na microbiota e nas rotas normais de bio-hidrogenação, originando a formação de AG indesejáveis como, por exemplo, o CLA *trans*-10 *cis*-12 que juntamente com o CLA *trans*-9 *cis*-11 são os principais responsáveis pela depressão do teor de gordura do leite (BAUMAN & GRIINARI, 2001; SHINGFIELD et al., 2010; BUCCIONI et al., 2012; VAZIRIGOHAR et al., 2014). Nestas condições, AG monoinsaturados indesejáveis de configuração *trans* podem também apresentar-se em concentrações expressivas na gordura do leite, como o ácido elaídico e o C18:1 *trans*-10 (SOUZA, 2011; BARROS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2012; BENCHAAR et al., 2014; VAZIRIGOHAR et al., 2014), que são os mesmos encontrados como componentes majoritários de óleos vegetais parcialmente hidrogenados, obtidos industrialmente (PRECHT & MOLKENTIN, 1995; SHINGFIELD et al., 2008; LOCK & BAUMAN, 2011). Em ensaio com ratos, o incremento observado na concentração plasmática de TAGs, não desejável em termos de saúde cardiovascular, foi parcialmente atribuído à presença dos AG elaídico e C18:1 *trans*-10 na gordura da manteiga componente da dieta destes animais (ALMEIDA et al., 2014b).

---

## **Estabilidade oxidativa do leite e derivados naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde**

Em dois experimentos realizados na Embrapa Gado de Leite, foi observada redução na estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas consumindo capim-elefante picado ou cana de açúcar, suplementados, respectivamente, com óleos de soja e girassol (GAMA et al., 2008; BARROS et al., 2013).

A estabilidade oxidativa pode ser grosseiramente definida como a capacidade em resistir à rancificação, sendo aspecto de cunho tecnológico e de comercialização muito importante, pois está diretamente relacionado à “vida de prateleira” do leite e de seus derivados lácteos, principalmente naqueles com elevado teor de gordura, como a manteiga e o leite em pó integral (PENNA, 2009). A redução da estabilidade oxidativa nas manteigas nos estudos de Gama et al. (2008) e Barros et al., (2013) foi decorrente do aumento dos teores de AG mono e poli-insaturados, dentre eles o ácido rumênico, os quais são mais susceptíveis à oxidação que os AG saturados.

No leite há antioxidantes naturais como os tocoferóis ( $\alpha$ -tocoferol,  $\beta$ -tocoferol,  $\gamma$ -tocoferol e  $\delta$ -tocoferol) e carotenoides – carotenos e xantofilas (*e.g.*  $\beta$ -caroteno; luteína, zeaxantina), mas, em função da plasticidade da gordura do leite pela modulação que específicos componentes da dieta exercem sobre seu perfil de AG, tais antioxidantes normalmente não são suficientes para prevenir a aceleração da rancidez oxidativa em lácteos com elevados teores de AG poli-insaturados (HAVEMOSE et al., 2004, 2006; ZHAOA et al., 2013).

Ingredientes dietéticos têm sido avaliados em condições brasileiras, visando transferência de seus compostos antioxidantes para o leite, auxiliando assim na manutenção da estabilidade oxidativa do mesmo, que, adicionalmente, funciona como veículo para permitir a ingestão destas substâncias benéficas para a saúde. Em diversos estudos foram avaliados compostos fenólicos de extrato de própolis (AGUIAR et al., 2014); flavonoides e polifenóis presentes na polpa cítrica (SANTOS et

al., 2014a), na casca de café (SANTOS et al., 2014b) e na silagem de resíduos de uva (SANTOS et al., 2014c). De modo geral, os resultados obtidos nestes trabalhos demonstraram ser possível transferir os compostos oxidantes para o leite, embora em concentrações insuficientes para evitar perdas oxidativas no leite obtido de dietas com elevada suplementação de AG poli-insaturados.

Estratégias de suplementação de dietas ricas em AG com agentes antioxidantes como vitamina E (acetato de *all-rac- $\alpha$* -tocoferol) e/ou selênio orgânico, visando à produção de leite e derivados com elevados teores de AG mono e poli-insaturados benéficos à saúde humana, sem que haja perdas oxidativas relevantes durante seu armazenamento também foram estudadas, tendo sido consideradas eficientes em seu propósito (FOCAN et al., 1998; PASCHOAL et al., 2007).

## **Potencial nutracêutico de lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde**

A literatura científica está repleta de trabalhos que demonstram que a composição em termos de AG no leite pasteurizado, creme de leite, manteiga, queijos, iogurte e coalhada é semelhante àquelas originalmente presentes no leite integral utilizado como matéria prima para produzi-los (DHIMAN et al., 1999; BAER et al., 2001; PRANDINI et al., 2009; BOMFIM et al., 2011; BUTLER et al., 2011; GAGLIOSTRO et al., 2011).

Por esta razão, mas também pela facilidade de fabricação e praticidade para conservação por períodos maiores, nos estudos de avaliação do potencial nutracêutico de lácteos naturalmente enriquecidos com AG benéficos (*e.g.* rumênico, vacênico e oleico) realizados na Embrapa Gado de Leite, optou-se por utilizar manteigas. Tais estudos têm sido realizados em parceria com a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), utilizando ratos ou camundongos como modelo animal. Neste aspecto, as manteigas apresentam duas outras vantagens, pois além de ser facilmente incorporadas às dietas destes animais, são muito bem aceitas por eles, já que são bastante palatáveis. Ademais, pela maior concentração de gordura, permite ingestões mais elevadas dos AG de interesse nos trabalhos.

Para exemplificar estes estudos, tomem-se por base dois ensaios com ratos, conduzidos na UFJF, com objetivos bastante distintos, realizados utilizando manteigas naturalmente enriquecidas com ácidos rumênico, vacênico e oleico, que foram comparadas com manteigas-padrão, ou seja, com composição normal de AG. No primeiro ensaio (GAMA et al., 2015) foram observadas alterações positivas em biomarcadores associados à doença de *Alzheimer* nos ratos que receberam as manteigas naturalmente enriquecidas com os AG, sendo essas alterações fortemente correlacionadas com a melhora da memória dos animais. Ou seja, projetando um resultado de longo prazo, o consumo habitual diário deste tipo de manteiga poderia auxiliar na prevenção da doença, ou na inibição da sua progressão.

Em outro ensaio (ALMEIDA et al., 2014b), os ratos que consumiram a manteiga rica nos AG bioativos rumênico, vacênico e oleico, e com menor teor de AG saturados láurico e mirístico, apresentaram maiores níveis séricos de insulina em jejum e de colesterol-HDL (“bom colesterol”), resultados estes benéficos à saúde cardiovascular e controle glicêmico. Estes são alguns exemplos de resultados positivos em termos de saúde que têm sido obtidos neste tipo de estudo.

No entanto, estes achados promissores com modelos animais ainda precisam ser confirmados em humanos e, em uma destas pesquisas, realizada em parceria com a UFRJ (PENEDO et al., 2013), a ingestão de 20 g/dia de uma manteiga naturalmente enriquecida com ácido rumênico, produzida na Embrapa Gado de Leite, reduziu a concentração de biomarcadores pró-inflamatórios associados com a obesidade em homens e mulheres adultos.

## **Mercado para lácteos naturalmente enriquecidos com ácidos graxos benéficos à saúde**

O pagamento por qualidade do leite em função dos teores de AG específicos ainda não é uma realidade no Brasil, mas há alguns exemplos de sua adoção em outros países. Borreani et al. (2013) fizeram referência a sistemas de pagamentos de bonificação por qualidade do leite com

base no seu perfil de AG. Estes programas foram desenvolvidos por duas empresas, sendo aplicados em sistemas intensivos de produção de leite do Noroeste da França. Coppa et al. (2013) também citaram processadoras de lácteos da França, Bélgica, Holanda e de outros países da União Europeia, que bonificam o pagamento do leite naturalmente enriquecido com AG promotores da saúde (*e.g.* AG  $\omega$ -3 e poli-insaturados). Estas são as únicas experiências deste tipo que se tem notícia no mundo inteiro e, apesar de louváveis, ainda constituem-se exceções.

Além disto, apesar de atualmente existirem grupos de pesquisa se dedicando ao estudo de métodos rápidos e confiáveis para análise de perfil de AG (FERLAY et al., 2011; MAURICE-VAN EIJNDHOVEN et al., 2013a, 2013b; ESKILDSSEN et al., 2014; FERRAND-CALMELS et al., 2014), estes ainda não estão totalmente validados para utilização no controle de qualidade da matéria prima em nível de plataforma de recepção do leite.

Um meio alternativo para agregar valor ao leite ou derivados lácteos naturalmente enriquecidos com AG benéficos à saúde poderia ser sua comercialização em nichos de mercado com produtos inovadores, saborosos e saudáveis, além de seguros, obtidos a partir da adoção de boas práticas de produção. O mercado para estes produtos seria aquele representado por consumidores cujos hábitos de consumo estão associados a estilos mais saudáveis de vida, e interessados em alimentos naturais, com elevado valor nutritivo agregado (funcionais) e/ou produzidos de forma orgânica (ITAL, 2010). Em pesquisa de intenção de compra realizada por Peng et al. (2006) no Canadá, os consumidores com idade entre 35 e 54 anos apresentaram o maior potencial para o mercado de lácteos enriquecidos com CLA, principalmente, queijos, manteiga e iogurte. Estes consumidores foram caracterizados como pessoas de meia-idade, preocupadas com a saúde, e conscientes de que o consumo de lácteos convencionais traz benefícios à saúde. Lembrando que esta pesquisa apontou que o preço do produto também foi variável importante para o consumidor na modulação da intenção de compra de lácteos enriquecidos com CLA.

No Canadá, China, Espanha, Itália e EUA, existem empresas ou cooperativas que produzem e comercializam no âmbito de seus países, leite UHT, queijos e manteigas, com a alegação de serem naturalmente enriquecidos com CLA e/ou AG  $\omega$ -3. Na Argentina, nossa vizinha e membro do MERCOSUL, uma empresa familiar, sob orientação técnica de instituições de pesquisa (INTI Lácteos de Buenos Aires e INTA Balcarce), produz e comercializa desde 2010, diversos tipos de queijos finos naturalmente enriquecidos com CLA e com baixos teores de AG saturados. Também na Argentina, sob orientação técnica do INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), uma das maiores processadoras de leite daquele país, com mais de 360.000.000 de litros de leite processados/ano, recentemente lançou no mercado uma marca de leite UHT integral com gordura naturalmente reduzida em AG aterogênicos (-57,6%, -33,3% e -20,1%, respectivamente, para os ácidos láurico, mirístico e palmítico) e com elevados teores dos ácidos rumênico (0,06 g/100 mL de leite ou > 2,0 g/100 g de AG totais),  $\omega$ -3 (0,01 g/100 mL de leite) e  $\omega$ -6 (0,06 g/100 mL de leite), e teores mínimos de 0,39 e 2,32 g/100 g de AG totais dos ácidos  $\alpha$ -linolênico e linoleico, respectivamente. Este é a primeira marca de leite naturalmente enriquecido com ácido rumênico comercializada em grande escala na América Latina.

No Brasil, ainda não existe este tipo de iniciativa, mas há um mercado interno emergente nos centros urbanos, ávido por produtos inovadores, e que cresce proporcionalmente com a elevação da renda e do poder de compra da população. Além disto, o advento da internet, o maior nível de escolaridade e, conseqüentemente, o maior acesso a informações sobre alimentação natural e alimentos funcionais, transformaram sobremaneira o consumidor brasileiro. Este se tornou cada vez mais consciente e crítico, preocupado com o impacto da produção sobre o meio ambiente, com o bem estar dos animais e, principalmente, mais exigente em termos de conveniência e praticidade, saudabilidade e bem estar, e confiabilidade e qualidade nutricional dos produtos que ele deseja adquirir e consumir (ITAL, 2010).

Na pesquisa de intenção de compra realizada por Peng et al. (2006) foi relatado que além da necessidade de melhorar a imagem dos lácteos,

informar os consumidores sobre os benefícios para a saúde decorrentes do consumo de lácteos convencionais e daqueles enriquecidos com CLA pode ser determinante para o sucesso na comercialização de produtos enriquecidos com CLA. Neste sentido, a indústria de laticínios desenvolve papel relevante na divulgação de informações sobre saúde e nutrição, por meio da publicidade e rotulagem (STANTON et al., 2013).

Assim, respeitando o ambiente regulatório, a rotulagem informativa e outras formas de comunicação utilizadas para demonstrar atributos especiais dos produtos lácteos contribuem para a credibilidade das marcas, aumentando a confiança, garantindo a preferência dos consumidores, e influenciando nas suas intenções de compra e de consumo (PENG et al., 2006; ITAL, 2010).

Em síntese, as empresas brasileiras do setor de leite e derivados têm a oportunidade de antecipar-se no lançamento de produtos inovadores que devem ser concebidos, desenvolvidos e comercializados à luz destas novas tendências de consumo.

## **Indicadores de consumo de lácteos no Brasil e no mundo**

Segundo Weaver (2013), em 42 países há recomendações oficiais para consumo diário de leite e derivados. As variações nas recomendações por países são decorrentes de diferenças regionais relacionadas à disponibilidade e custo destes alimentos, além do *status* nutricional, padrões e hábitos de consumo da população. Ressalte-se que em 26 destes países, tais recomendações estão associadas a algum tipo de restrição quanto ao consumo de leite integral, sendo indicado consumo de produtos desnatados ou com baixo teor de gordura.

De modo geral, a recomendação é de consumo mínimo de 1 porção de leite por dia na maioria destes países, enquanto outros recomendam até 3 porções/dia, com variações ainda, em função de específicos grupos da população (*e.g.* gestantes, crianças, adolescentes). Conquanto a conceituação e o tamanho das porções sejam diferentes entre países, o consumo médio recomendado de leite pode ser estimado em 500 mL/dia, pro-



jetando consumo anual de 183 L de leite/habitante. Alguns países (*e.g.* Austrália, Argentina, Bélgica, França) incluem específicos derivados lácteos (*e.g.* iogurte, queijos) em suas recomendações (WEAVER, 2013).

No Brasil, não há recomendação para consumo de lácteos, nem mesmo no novo “Guia Alimentar para a População Brasileira” (BRASIL, 2014). A última “Pesquisa de Orçamentos Familiares - 2008/2009” (IBGE, 2011) mostrou que no Brasil os consumos *per capita* médios de leite integral, leite desnatado, leite em pó integral, queijos, iogurtes, laticínios *diet/light* foram, respectivamente, de 34,7; 4,7; 0,3; 6,8; 9,8 e 1,1 g/dia. De modo geral, o consumo de leite desnatado e laticínios com menor teor de gordura foram associados ao aumento de renda da população e representaram menos que 10% da ingestão total de lácteos pelo brasileiro. Os consumos médios *per capita* de leite integral por adolescentes, adultos e idosos foram de 38,6; 31,5 e 45,6 g/dia, respectivamente. Em 2015 projeta-se consumo *per capita* de leite pelo brasileiro da ordem de 184 L/habitante/ano, o que equivale a, aproximadamente, 511 mL/habitante/dia (SIQUEIRA, 2015), sendo semelhante ao consumo médio de 500 mL/habitante/dia relatado por Weaver (2013).

## **Iniciativas de valorização e promoção do consumo de lácteos no Brasil e no mundo**

Com o generalizado aumento da incidência de doenças crônicas e de obesidade na população mundial, o papel da dieta como modificador de fatores de risco torna-se ainda mais relevante e de interesse para a saúde pública (DOIDGE et al., 2012). Também o Brasil vem enfrentando aumento expressivo do sobrepeso e da obesidade em todas as faixas etárias da população, e as doenças crônicas são a principal causa de morte entre adultos. Ademais, o excesso de peso acomete um em cada dois adultos, e uma em cada três crianças brasileiras (BRASIL, 2014).

Doidge et al. (2012) relataram que a ingestão de produtos lácteos no Reino Unido, EUA e Austrália está, atualmente, abaixo da recomendação dietética para muitas classes da população, e há evidências que isto pode estar associado com o aumento no risco de ocorrência de desor-

dens metabólicas crônicas e de doenças cardiovasculares. Esses autores realizaram trabalho na Austrália visando estimar os gastos públicos efetuados para cobertura de despesas com doenças, cuja ocorrência foi atribuída ao baixo consumo de lácteos, quais sejam: obesidade, diabetes tipo 2, isquemia, infarto, hipertensão e osteoporose. O resultado desta pesquisa indicou que no ano fiscal de 2010-2011 foram gastos US\$2.100.000,00 com despesas diretas para o tratamento destas doenças, ou  $\sim 1,7\%$  do gasto total da Austrália ( $\sim$ US\$116.000.000,00) com despesas diretas de atenção à saúde. Este estudo exemplifica e mostra em números impactantes que mudanças expressivas na saúde da população e na economia de recursos públicos, poderiam ser alcançadas com o simples cumprimento da recomendação dietética de ingestão de lácteos, e estes alimentos poderiam então, ser usados como vetores para redução de despesas gastas com doenças relacionadas à dieta.

Segundo Brasil (2014), os fatores que podem ser obstáculos para a adesão das pessoas às recomendações dietéticas e de alimentação são: informação, oferta, custo, habilidades culinárias, tempo e publicidade.

A informação, com certeza, desempenha papel decisivo nesta questão, devendo ser, portanto, objeto de alvo de iniciativas de valorização da imagem do leite e dos derivados lácteos como importantes alimentos para serem consumidos ao longo de toda a vida, haja vista serem fontes de inúmeros nutrientes indispensáveis para manutenção e promoção da saúde humana, dentre os quais se podem citar os AG bioativos presentes na gordura destes alimentos, aos quais se atribuem efeitos cardioprotetores, conforme apresentado ao longo da presente revisão.

A informação que deve chegar ao consumidor tem que ser clara e objetiva, ressaltando os potenciais benefícios à saúde que podem ser alcançados pela ingestão regular do leite e derivados lácteos, promovendo, desta forma, mudanças na sua percepção acerca da importância nutricional destes alimentos, mas, principalmente, na sua atitude e disposição em consumi-los como parte de uma dieta equilibrada, associada a hábitos saudáveis de vida. Com este objetivo, campanhas de promoção do consumo de lácteos foram implementadas em vários países, por iniciativa

de associações de produtores de leite, de indústrias processadoras, de empresas do setor, e de instituições governamentais. Exemplos de tais campanhas de sucesso são “*Yo tomo*” (2002) e “*Yo tomo, Yo como*” (2010) veiculadas no Chile (ARANCIBIA, 2014); e a campanha do “bigo-de de leite” “*Got Milk?*” (1994), veiculada nos EUA (GODFREY, 2014), com repercussão mundial. Tais campanhas tiveram como protagonistas o leite e os derivados lácteos, evidentemente, mas também celebridades famosas como artistas, desportistas, músicos, jornalistas, cantores, animadores de televisão etc. que, de modo criativo e descontraído, ajudaram a mudar a então percepção das populações daqueles países acerca dos benefícios do consumo dos lácteos para a saúde (ARANCIBIA, 2014; GODFREY, 2014).

A Fepale (Federação Panamericana do Leite) promove, desde 2008 na América do Sul, a Campanha Panamericana de Consumo de Lácteos: *Sí a la leche!* Idealizada no âmbito de um programa da Fepale denominado “*Más leche = Más salud*”, a campanha *Sí a la leche!* objetiva a promoção do consumo de produtos lácteos pela população, com ênfase para crianças e adolescentes, que têm no leite sua principal fonte de nutrientes para adequado crescimento e desenvolvimento. Esta campanha envolve os vários atores da cadeia produtiva do leite (produtores, indústrias, governos e consumidores) dos países latino-americanos, produzindo publicações técnicas com base científica para profissionais e professores da área de saúde, com informações sobre os benefícios do consumo de lácteos; promovendo e apoiando programas sociais de alimentação (*e.g.* alimentação escolar); e realizando atividades de fomento do consumo de produtos lácteos (CORNES, 2014).

## **Nuvlac – Núcleo de Valorização dos Produtos Lácteos na Alimentação Humana**

Com a Missão de “Disseminar e popularizar o conhecimento científico dos benefícios dos lácteos à saúde, por meio de uma rede social atrativa e inovadora” foi criado em julho de 2011 em Juiz de Fora/MG, o Nuvlac (Núcleo de Valorização dos Produtos Lácteos na Alimentação Humana).

O Nuvlac é um núcleo de debates e estudos sobre o leite, que propõe o diálogo através de um canal seguro de informações - avaliadas e chegadas por especialistas das mais diversas áreas do saber - e busca facilitar a interação entre as pessoas que consomem os produtos lácteos, médicos, nutricionistas, profissionais de saúde e da área de alimentos, pesquisadores que estudam e conhecem o assunto, e empresas do setor alimentício.



Núcleo para Valorização dos Produtos Lácteos na Alimentação Humana

Institucionalmente, o Nuvlac é um Projeto de Extensão da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), executado em parceria com a Embrapa Gado de Leite e com o Instituto de Laticínios Cândido Tostes da Epamig (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), com o apoio de duas instituições vinculadas à Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais, quais sejam, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) e o Polo de Excelência do Leite e Derivados.

O ambiente virtual do Nuvlac é um espaço democrático e participativo para a construção de saberes por meio de diversas ferramentas que possibilitam o diálogo. São utilizados desde recursos e ferramentas *web* até a divulgação em congressos, trabalhos e apresentações *on-line*. O Nuvlac avalia, seleciona e organiza as informações disponíveis na atualidade sobre o tema “leite” e promove a interação e compartilhamento do conhecimento com toda a sociedade.

O objetivo é a circulação do conhecimento científico de forma compreensível, sem dar margem a dúvidas ou interpretações equivocadas. Além disso, a dinâmica do ambiente virtual e o comprometimento técnico do Nuvlac possibilitam o contato direto com a informação, sem o apelo comercial que pode, muitas vezes, impactar a credibilidade de outras fontes de consulta ou divulgação.

No Nuvlac os interessados em temas sobre o leite e seus derivados propõem questões para debate, obtêm notícias, sugerem artigos técnico-científicos e podem participar de seminários *on-line*, além de terem acesso a uma biblioteca *on-line* para os assuntos já consolidados. O conjunto de usuários, das mais diversas áreas do conhecimento, contribui para a construção de uma rede crescente de contatos, que são imprescindíveis para todos os interessados no universo de informações e possibilidades a respeito do assunto “leite”.

Atualmente, a rede social do Nuvlac ([www.nuvlac.com.br](http://www.nuvlac.com.br)) possui 786 membros de 105 países e de 910 cidades brasileiras, com taxa média de crescimento de 83% ao ano. Desde sua criação, em 16 de julho de 2011, a rede social do Nuvlac foi acessada 19.962 vezes, com 42.104 páginas visualizadas.

## Considerações finais

Em junho do ano passado, o título da matéria de capa da famosa revista norte-americana *Time* foi “*Eat Butter*” que, traduzindo para o português seria “Coma Manteiga”. Assim, em tempos em que a imagem de vilã da gordura do leite já começa a ser questionada pelas novas evidências científicas, um arco-íris surge no horizonte e, ao invés de revelar um pote de ouro, embaixo dele há um copo de leite e uma cesta de derivados lácteos à espera daqueles que estão em busca de alimentos saborosos, saudáveis, nutritivos e funcionais.

E em tempos em que a produção de cerveja artesanal no Brasil nos brinda com uma profusão de tipos e sabores, devemos refletir o quanto também é artesanal a produção de leite, onde se percebe o zelo do produtor

em todas as inúmeras e exaustivas etapas da produção deste inigualável e essencial alimento: o leite integral.

Portanto, um brinde ao leite!



Núcleo para **Valorização** dos  
Produtos Lácteos na Alimentação  
Humana

- Debater idéias e aproximar instituições
- Reunir conhecimento científico
- Construir uma biblioteca virtual
- Organizar e disponibilizar as informações através de uma Rede Social

PARTICIPE!

**WWW.NUVLAC.COM.BR**

## Agradecimentos

À Embrapa, Fapemig, CNPq e Capes, financiadores dos diversos projetos componentes da linha de pesquisa e de bolsas de estudo para estudantes de graduação e pós-graduação.

Aos estagiários/bolsistas e aos Assistentes do Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite Ernando Ferreira Motta e Hernani Guilherme Barbosa Filho, responsáveis pelas análises de perfil de ácidos graxos de lácteos e alimentos.

## Referencias

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p. 260-258, 2008.

AGUIAR, S. C.; COTTICAB, S. M.; BOEINGB, J. S. et al. Effect of feeding phenolic compounds from propolis extracts to dairy cows on milk production, milk fatty acid composition, and the antioxidant capacity of milk. **Animal Feed Science and Technology**, v. 193, p. 148-154, 2014.

ALMEIDA, M. M.; BRANDAO, H. M.; GAMA, M. A. S. et al. Produção de manteigas naturalmente enriquecidas com CLA *cis*-9 *trans*-11 como fonte de matéria prima para formulações cosméticas nanoestruturadas. In: CASTRO, C.R.T. (Ed.). **Coletânea dos Anais dos Workshops de Iniciação Científica da Embrapa Gado de Leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2014a. 472 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 174).

ALMEIDA, M. M.; LUQUETTI, S. C. D.; SABARENSE, C. M. et al. Butter naturally enriched in *cis*-9, *trans*-11 CLA prevents hyperinsulinemia and increases both serum HDL cholesterol and triacylglycerol levels in rats. **Lipids in Health and Disease**, v. 13, 2014b. 200 (DOI:10.1186/1476-511X-13-200).

ARANCIBIA, C. Evolución del consumo de produtos lácteos em Chile. In: CORNES, R. (Ed.). **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 255-261.

ARVIDSSON, K.; GUSTAVSSON, A. M.; FIEVEZ, V. et al. The effect of N fertilization rate or inclusion of red clover to timothy leys on fatty acid composition in milk of dairy cows fed a commercial silage:concentrate ratio. **Animal**, v. 6, p. 1178-1186, 2012.

ARVIDSSON, K.; GUSTAVSSON, A. M.; MARTINSSON, K. et al. Effects of conservation method on fatty acid composition of silage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 148, p. 241-252, 2009.

BAER, R. J.; RYALI, J.; SCHINGOETHE, D. J. et al. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. 345-353, 2001.

BARENDSE, W. Should animal fats be back on the table? A critical re-

view of the human health effects of animal fat. **Animal Production Science**, v. 54, p. 831-855, 2014.

BARGO, F.; DELAHOY, J. E.; SCHROEDER, G. F. et al. Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 125, p. 17-31, 2006.

BARROS, P. A. V.; LOPES, F. C. F.; GLORIA, M. B. A. et al. Qualidade nutricional e estabilidade oxidativa de manteigas produzidas do leite de vacas alimentadas com cana-de-açúcar suplementada com óleo de girassol. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1545-1553, 2013.

BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v. 70, p. 15-29, 2001.

BENBROOK, C. M.; BUTLER, G.; LATIF, M. A. et al. Organic production enhances milk nutritional quality by shifting fatty acid composition: a United States - wide, 18-month study. **Plos One**, v. 8, 2013 (DOI: 10.1371/journal.pone.0082429).

BENCHAAAR, C.; McALLISTER, T. A.; PETIT, H. et al. Whole flax seed and flax oil supplementation of dairy cows fed high-forage or high-concentrate diets: Effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, protozoal populations and milk fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 198, p. 117-129, 2014.

BENJAMIN, S.; SPENER, F. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. **Nutrition & Metabolism**, v. 6, p. 36-48, 2009.

BOMFIM, M. A. D.; QUEIROGA, R. C. E.; AGUILA, M. B. et al. Abordagem multidisciplinar de P,D&I para o desenvolvimento de produto lácteo caprino com alto teor de CLA e alegação de propriedade funcional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 98-106, 2011 (supl. especial).



BORREANI, G.; COPPS, M.; REVELLO-CHION, A. et al. Effect of different feeding strategies in intensive dairy farming systems on milk fatty acid profiles, and implications on feeding costs in Italy. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 1-16, 2013.

BOUFAÏED, H.; CHOUINARD, P. Y.; TREMBLAY, G. F. et al. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 83, p. 501-511, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BUCCIONI, A.; DECANDIAB, M.; MINIERI, S. et al. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, p. 1-25, 2012.

BUTLER, G.; STERGIADIS, S.; SEAL, C. et al. Fat composition of organic and conventional retail milk in northeast England. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 24-36, 2011.

CAVALIERI, F. B.; SANTOS, G. T.; MATSUSHITA, M. et al. Milk production and milk composition of dairy cows fed Lac100® or whole flaxseed. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 85, p. 413-416, 2005.

CHILLIARD, Y.; MARTIN, C.; ROUEL, J. et al. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5199-5211, 2009.

CHOUINARD, P. Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G. J. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 334-342, 1997.

COLLOMB, M.; SCHMID, A.; SIEBER, R. et al. Conjugated linoleic acids

in milk fat: variation and physiological effects. **International Dairy Journal**, v. 16, p. 1347-1361, 2006.

COPPA, M.; FERLAY, A.; CHASSAING, C. et al. Prediction of bulk milk tank composition based on farming practices collected through on-farm surveys. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 4197-4211, 2013.

CORNES, R. Campaña pan-americana de consumo de lácteos *Sí a la leche!*. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 275-280.

COSTA, D. A.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. et al. Produção e composição do leite de vacas submetidas à dieta contendo diferentes níveis de caroço de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2001-2011, 2011.

DEWHURST, R. J.; SHINGFIELD, K. J.; LEE, M. R. F. et al. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 168–206, 2006.

DHIMAN, T. R.; HELMINK, E. D.; MCMAHON D. J. et al. Conjugated linoleic acid content of milk and cheese from cows fed extruded oilseeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 412-419, 1999.

DHIMAN, T. R.; NAM, S.; URE, A. L. Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat. **Critical Review Food Science Nutrition**, v. 45, p. 463-482, 2005.

DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D.; PARIZA, M. W. et al. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1016-1027, 2000.

DIAS, K. M. **Perfil de ácidos graxos em pastos de capim elefante Pioneiro submetidos a alturas de pastejo e severidade de desfolhação**. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2012.

DOIDGE, J. C.; SEGAL, L.; GOSPODAREVSKAYA, E. Attributable risk analysis reveals potential healthcare savings from increased consumption of dairy products. **Journal of Nutrition**, v. 142, p. 1772-1780, 2012.

DONANGELO, C. M. Importancia del consumo de lácteos durante el embarazo y la lactancia. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 115-123.

EBINA, M.; OKUMURA, K.; MATSU-URA, H. et al. Characterization of chilling sensitivity of tropical and temperate grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997, Winnipeg. **Proceedings...** Winnipeg: IGC, 1997. Disponível em: <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/1-04-039.pdf> (Acesso: 19/05/15).

ELGERSMA, A.; MAUDET, P.; WITKOWSKA I. M. et al. Effects of Nitrogen fertilisation and regrowth period on fatty acid concentrations in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Annual Applied Biology**, v. 147, p. 145-152, 2005.

ELGERSMA, A.; TAMMINGA, S.; ELLEN, G. Modifying milk composition through forage. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 207-225, 2006.

ELWOOD, P. C.; PICKERING, J. E.; GIVENS, D. I. et al. The consumption of milk and dairy foods and the incidence of vascular disease and diabetes: an overview of the evidence. **Lipids**, v. 45, p. 925-939, 2010.

ERICSON, U.; HELLSTRAND, S.; BRUNKWALL, L. et al. Food sources of fat may clarify the inconsistent role of dietary fat intake for incidence of type 2 diabetes. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 101, p. 1065-1080, 2015.

ESKILDSEN, C. E.; RASMUSSEN, M. A.; ENGELSEN, S. B. et al. Quantification of individual fatty acids in bovine milk by infrared spectroscopy and chemometrics: understanding predictions of highly collinear refer-

ence variables. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 7940-7951, 2014.

EVERSHED, R. P.; PAYNE, S.; SHERRATT, A. G. et al. Earliest date for milk use in the Near East and southeastern Europe linked to cattle herding. **Nature**, v. 455, p. 528-531, 2008.

FANTI, M. G. N.; ALMEIDA, K. E.; RODRIGUES, A. M. et al. Contribuição ao estudo das características físico-químicas e da fração lipídica do leite orgânico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, Supl., p. 259-265, 2008.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Fats and fatty acids in human nutrition**. Report of an expert consultation. Roma: FAO, 2010. 166 p. (FAO. FAO Food and Nutrition Paper, 91).

FARIA, M. M. S. **Torta de dendê oriunda da produção de biodiesel em suplementos para vacas lactantes a pasto: qualidade do leite e do queijo fresco**. 2012. 83 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal nos Trópicos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

FERLAY, A.; AGABRIEL, C.; SIBRA, C. Tanker milk variability in fatty acids according to farm feeding and husbandry practices in a French semi-mountain area. **Dairy Science and Technology**, v. 88, p. 193-215, 2008.

FERLAY, A.; GLASSER, F.; MARTIN, B. et al. Effects of feeding factors and breed on cow milk fatty acid composition: recent data. **Bulletin UASVM, Veterinary Medicine**, v. 68, p. 137-145, 2011.

FERLAY, A.; MARTIN, B.; LERCH, S. et al. Effects of supplementation of maize silage diets with extruded linseed, vitamin E and plant extracts rich in polyphenols, and morning v. evening milking on milk fatty acid profiles in Holstein and Montbéliarde cows. **Animal**, v. 4, p. 627-640, 2010.

FERNANDES, S. A. A.; MATTOS, W. R. S.; MATARAZZO, S. V. et al.

Perfil de ácidos graxos em alimentos de clima tropical utilizados nas dietas para ruminantes. **Boletim de Indústria Animal**, v. 64, p. 19-27, 2007.

FERRAND-CALMELS, M.; PALHIÈRE, I.; BROCHARD, M. et al. Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 17-35, 2014.

FOCAN, M.; MIGNOLET, E.; MARIQUE, M. et al. The effect of vitamin E supplementation of cows diets containing rapeseed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1095-1101, 1997.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 340 p.

FONTECHA, J.; JUÁREZ, M. Grasas lácteas. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 93-98.

GAGLIOSTRO, G. Producción de leche com alto contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) - La experiencia argentina. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 10., 2011, Maceió. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. p. 229-250.

GAMA, M. A. S.; LOPES, F. C. F.; RIGUEIRA, J. C. S. et al. Perfil de ácidos grasos y estabilidad oxidativa de mantecas elaboradas con leche de vacas que reciben dietas con aceite de soja. **Tecnología Láctea Latinoamericana**, v. 54, p. 56-57, 2008.

GAMA, M. A. S.; LOPES, F. C. F.; VERCESI FILHO, A. E. et al. Variação individual nas relações produto:substrato da enzima esteroil-CoA desaturase (SCD) e nos teores dos ácidos rumênico (CLA *cis*-9 *trans*-11) e oleico no leite de vacas Gir e Guzerá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO ANIMAL, 10., 2013, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBMA, 2013.

GAMA, M. A. S.; RAPOSO, N. R. B.; MURY, F. B. et al. Conjugated linoleic acid-enriched butter improved memory and up-regulated phospholipase A2 encoding-genes in rat brain tissue. **Journal of Neural Transmission**, 2015 (DOI: 10.1007/s00702-015-1401-9).

GAYET-BOYER, C.; TENENHAUS-AZIZA, F.; PRUNET, C. et al. Is there a linear relationship between the dose of ruminant trans-fatty acids and cardiovascular risk markers in healthy subjects: results from a systematic review and meta-regression of randomised clinical trials. **British Journal of Nutrition**, v. 112, p. 1914-1922, 2014.

GERMAN, J. B.; GIBSON, R. A.; KRAUSS, R. M. et al. A reappraisal of the impact of dairy foods and milk fat on cardiovascular disease risk. **European Journal of Nutrition**, v. 48, p. 191-203, 2009.

GIANNI, D. E. Composición física y química de la leche. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 23-45.

GION, A.; LARROQUE, H.; BROCHARD, M. et al. Genetic parameter estimation for milk fatty acids in three french dairy cattle breeds. **Interbull Bulletin**, v. 44, p. 185-189, 2011.

GLASSER, F.; DOREAU, M.; MAXIN, G. et al. Fat and fatty acid content and composition of forages: A meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, p. 19-34, 2013.

GLASSER, F.; FERLAY, A.; CHILLIARD, Y. Oilseed lipid supplements and fatty acid composition of cow milk: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 4687-4703, 2008.

GODFREY, V. Campaña de promoción de consumo de leche "*Got milk*". Estados Unidos. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 263-270.

GRIINARI, J. M.; DWYER, D. A.; MCGUIRE M. A. et al. *Trans*-octadec-

enoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1251-1261, 1998.

HAVEMOSE, M. S.; WEISBJERG, M. R.; BREDIE, W. L. P. et al. Influence of feeding different types of roughage on the oxidative stability of milk. **International Dairy Journal**, v. 14, p. 563-570, 2004.

HAVEMOSE, M. S.; WEISBJERG, M. R.; BREDIE, W. L. P. et al. Oxidative stability of milk influenced by fatty acids, antioxidants, and cooper derived from feed. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 1970-1980, 2006.

HELLGREN, L. I. Phytanic acid - an overlooked bioactive fatty acid in dairy fat? **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1190, p. 42-49, 2010.

HEMME, T.; OTTE, J. **Status of and prospects for smallholder milk production** - a global perspective. Rome: FAO, 2010. 180 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento, 2011. 150 p.

ITAL. **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010. 173 p.

JAUDSZUS, A.; KRAMER, R.; PFEUFFER, M. et al. *trans* Palmitoleic acid arises endogenously from dietary vaccenic acid. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 99, p. 431-435, 2014.

JENSEN, R. G. Invited review: the composition of bovine milk lipids. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 295-350, 2002.

KELSEY, J. A.; CORL, B. A.; COLLIER, R. J. et al. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 2588-2597, 2003.

KEYS, A. Mediterranean diet and public health: personal reflections. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 61, suppl., p. 1321S-1323S, 1995.

KHAN, N. A.; CONEA, J. W.; FIEVEZ, V. et al. Causes of variation in fatty acid content and composition in grass and maize silages. **Animal Feed Science and Technology**, v. 174, p. 36-45, 2012.

KRATZ, M.; BAARS, T.; GUYENET, S. The relationship between high-fat dairy consumption and obesity, cardiovascular, and metabolic disease. **European Journal of Nutrition**, v. 52, p. 1-24, 2013.

LACORTE, G. A.; MACHADO, M. A.; MARTINEZ, M. L. et al. DGAT1 K232A polymorphism in Brazilian cattle breeds. **Genetics and Molecular Research**, v. 5, p. 475-482, 2006.

LAWLESS, F.; STANTONA, C.; L'ESCOPI, P. et al. Influence of breed on bovine milk *cis*-9, *trans*-11-conjugated linoleic acid content. **Livestock Production Science**, v. 62, p. 43-49, 1999.

LEIBER, F.; KREUZER, M.; NIGG, D. et al. A study on the causes for the elevated n-3 fatty acids in cows' milk of alpine origin. **Lipids**, v. 40, p. 191-202, 2005.

LIMA, F. H. S. **Tortas de oleaginosas oriundas da produção de biodiesel em substituição ao farelo de soja na alimentação de vacas em lactação em pastejo**. 2011. 103 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

LOCK, A. L.; BAUMAN, D. E. Separating milk fats from fiction. **WCDS Advances in Dairy Technology**, v. 23, p. 19-36, 2011.

LOFTEN, J. R.; LINN, J. G.; DRACKLEY, J. K. et al. Invited review: Palmitic and stearic acid metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 4661-4674, 2014.



LOPES, F. C. F.; BARROS, P. A. V.; BRUSCHI, J. H. et al. Perfil de ácidos graxos no leite de vacas Holandês em pastagens tropicais suplementadas com dois níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 518-521, 2011a.

LOPES, F. C. F.; GAMA, M. A. S.; RIBEIRO, C. G. S. et al. Produção de leite com alto teor de CLA – Experiência brasileira. In: PEREIRA, L. G. R.; NOBRE, M. M. et al. (Org.). **Pesquisa, desenvolvimento e inovação para sustentabilidade da bovinocultura leiteira**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2011b. p. 251-296.

LOPES, F. C. F.; RIBEIRO, C. G. S.; ANTONIASSI, R. et al. Effect of milking time on milk fat acid profile of cows fed tropical forage-based diets supplemented with soybean oil. In: WORLD BUIATRICS CONGRESS, 26., 2010, Santiago. **Proceedings...** Santiago, 2010.

LOPES, M. A.; LAGE, L. A.; LOPES, F. C. F. et al. Economic viability of feeding dairy cows on diets containing different levels of soybean oil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 2085-2091, 2012.

LOPES, M. A.; LOPES, F. C. F.; LAGE, L. A. et al. Viabilidade econômica da inclusão de óleo de girassol em dieta à base de cana-de-açúcar para vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 853-860, 2014.

LUBARY, M.; HOFLAND, G. W.; ter HORST, J. P. The potential of milk fat for the synthesis of valuable derivatives. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 1-8, 2011.

MACEDO, F. L. **Doses de concentrado com ou sem gordura inerte na dieta de vacas em lactação mantidas em pastagens tropicais**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.

MARTINS, S. C. S. G. **Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação**. 2013. 152 f. Tese (Dou-

---

torado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

MARTINS, S. C. S. G.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CALDEIRA, L. A. et al. Rendimento, composição e análise sensorial do queijo minas frescal fabricado com leite de vacas mestiças alimentadas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p. 993-1003, 2012.

MASÍS, P. S. Leche y productos lácteos en la dieta de personas adultas mayores. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 133-142.

MAURICE-VAN EIJNDHOVEN, M. H. T.; BOVENHUIS, H.; SOYEURT, H. et al. Differences in milk fat composition predicted by mid-infrared spectrometry among dairy cattle breeds in the Netherlands. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 2570-2582, 2013a.

MAURICE-VAN EIJNDHOVEN, M. H. T.; HIEMSTRA, S. J.; CALUS, M. P. L. Short communication: milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 1021-1025, 2011.

MAURICE-VAN EIJNDHOVEN, M. H. T.; SOYEURT, H.; DEHARENG, F. et al. Validation of fatty acid predictions in milk using mid-infrared spectrometry across cattle breeds. **Animal**, v. 7, p. 348-354, 2013b.

MEDEIROS, S. R.; OLIVEIRA, D. E.; AROEIRA, L. J. M. et al. Effects of dietary supplementation of rumen-protected conjugated linoleic acid to grazing cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 1126-1137, 2010.

MEDHAMMAR, E.; WIJESINHA-BETTONI, R.; STADLMAYR, B. et al. Composition of milk from minor dairy animals and buffalo breeds: a biodiversity perspective. **Journal Science and Food Agriculture**, v. 92,

p. 445-474, 2012.

MELE, M.; CONTE, G.; CASTIGLIONE, B. et al. Stearoyl-coenzyme A desaturase gene polymorphism and milk fatty acid composition in Italian Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 4458-4465, 2007.

MENESES, M. A.; SILVA, F. F.; SILVA, R. R. et al. Composição em ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com glicerina de baixa pureza. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, p. 971-984, 2015.

MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L.; KESTER, A. D. M. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials1–3. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 77, p. 1146-1155, 2003.

MOHAMMED, R.; STANTON, C. S.; KENNELLY, J. J. et al. Grazing cows are more efficient than zero-grazed and grass silage-fed cows in milk rumenic acid production. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 3874-3893, 2009.

MOURTHÉ, M. H. F.; REIS, R. B.; GAMA, M. A. S. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-Marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** (No prelo).

MOZAFFARIAN, D. The great fat debate: taking the focus of saturated fat. **Journal of American Dietetic Association**, v. 111, p. 665-666, 2011.

MOZAFFARIAN, D.; ARO, A.; WILLETT, W. C. Health effects of *trans*-fatty acids: experimental and observational evidence. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 63, p. S5-S21, 2009.

MOZAFFARIAN, D.; CAO, H.; KING, I. B. et al. *Trans*-palmitoleic acid, metabolic risk factors, and new-onset diabetes in u.s. adults a cohort

---

study. **Annals of Internal Medicine**, v. 153, p. 790-799, 2010.

MOZAFFARIAN, D.; OTTO, M. C. O.; LEMAITRE, R. N. et al. *trans*-Palmitoleic acid, other dairy fat biomarkers, and incident diabetes: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 97, p. 854-861, 2013.

MULVANY, L. Cresce demanda por leite orgânico nos EUA. **Valor Econômico**, 19/02/2015. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/3915370/cresce-demanda-por-leite-organico-nos-eua>. Acesso em 16/05/2015.

NEVES, C. A.; SANTOS, G. T. D.; MATSUSHITA, M. et al. Intake, digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 134, p. 32-44, 2007.

NEVES, C. A.; SANTOS, W. B. R.; SANTOS, G. T. et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 154, p. 83-92, 2009.

O'KELLY, J. C.; REICH, H. P. The fatty-acid composition of tropical pastures. **Journal of Agricultural Science**, v. 86, p. 427-429, 1976.

OLIVARES-PALMA, S. M.; LOPES, F. C. F.; MEALE, S. J. et al. In vitro fermentation, digestion kinetics and methane production of oilseed press cakes from biodiesel production. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 26, p. 1102-1110, 2013.

OLIVEIRA, M. A.; REIS, R. B.; LADEIRA, M. M. et al. Fatty acids profile of milk from cows fed different maize silage levels and extruded soybeans. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 192-203, 2012.

OLIVEIRA, M. A.; REIS, R. B.; LADEIRA, M. M. et al. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes pro-

porções de forragem e teores de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, p. 759-766, 2007.

OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos do leite e muçarela de búfalas alimentadas com diferentes fontes de lipídeos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 736-744, 2009.

PAGANO, R. I.; VALENTI, B.; DE ANGELIS, A. et al. Morning *versus* afternoon cutting time of Berseem clover (*Trifolium alexandrinum* L.) affects feed intake, milk yield and composition in Girgentana goats. **Journal of Dairy Research**, v. 78, p. 500-504, 2011.

PALLADINO, R. A.; O'DONOVAN, M.; KENNEDY, E. Fatty acid composition and nutritive value of twelve cultivars of perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 219-226, 2009a.

PALLADINO, R. A.; O'DONOVAN, M.; MURPHY, J. J. et al. Fatty acid intake and milk fatty acid composition of Holstein dairy cows under different grazing strategies: Herbage mass and daily herbage allowance. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5212-5223, 2009b.

PALMQUIST, D. L. Great discoveries of milk for a healthy diet and a healthy life. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 465-477, 2010 (supl. especial).

PARODI, P. W. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized? **International Dairy Journal**, v. 19, p. 345-361, 2009.

PASCHOAL, J. J.; ZANETTI, M. A.; DEL CLARO, G. R. et al. Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa do leite de vacas holandesas alimentadas com soja extrusada e selênio orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1793-1799, 2007.

PENEDO, L. A.; NUNES, J. C.; GAMA, M. A. S. et al. Intake of butter

---

naturally enriched with *cis*9,*trans*11 conjugated linoleic acid reduces systemic inflammatory mediators in healthy young adults. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 24, p. 2144-2151, 2013.

PENG, Y.; WEST, G. E.; WANG, C. Consumer attitudes and acceptance of CLA-enriched dairy products. **Canadian Journal of Agricultural Economics**, v. 54, p. 663-684, 2006.

PENNA, A. L. B. O leite: importância biológica, industrial e comercial. Fisiologia da produção de leite – composição, propriedades físico-químicas, análises. In: OLIVEIRA, M. M (Ed.). **Tecnologia de produtos lácteos funcionais**. São Paulo: Atheneu Editora, 2009. p. 21-84.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p. 387-394, 2011.

PEREZ, J. B.; SOUZA, R. S. C.; ANTONIASSI, R. et al. Perfil de ácidos graxos em cultivares de capim elefante utilizados na alimentação de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 31., 2010, Águas de Lindoia. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.

PETERSON, D. G.; KELSEY, J. A.; BAUMAN D. E. et al. Analysis of variation in *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2164–2172, 2002.

PRANDINI, A.; SIGOLO, S.; PIVA, G. Conjugated linoleic acid (CLA) and fatty acid composition of milk, curd and Grana Padano cheese in conventional and organic farming systems. **Journal of Dairy Research**, v. 76, p. 278-282, 2009.

PRECHT, D.; MOLKENTIN, J. *Trans* fatty acids: Implications for health, analytical methods, incidence in edible fats and intake (A review). **Die Nahrung**, v. 39, p. 343-374, 1995.

---

PRIMAVESI, O.; GODOY, R.; SOUZA, F. H. D. **Avaliação de genótipos e recomendação de cultivares de aveia forrageira, na região Sudeste, para o ano de 2007.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 4 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Comunicado Técnico, 67).

RAMÍREZ, C. B. La importancia del consumo de lácteos en la infancia y adolescencia. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano.** Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 125-131.

RIBEIRO, C.G.S. **Níveis crescentes de óleo de soja em dietas à base de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumack) picado para vacas mestiças. Parâmetros da fermentação e cinética ruminal, composição e perfil de ácidos graxos do leite.** 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RIBEIRO, C. G. S. **Produção e composição do leite de vacas alimentadas com capim-elefante suplementado com óleo de girassol.** 2013. 192 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

RIBEIRO, C. G. S.; LOPES, F. C. F.; GAMA, M. A. S. et al. Desempenho produtivo e perfil de ácidos graxos do leite de vacas que receberam níveis crescentes de óleo de girassol em dietas à base de capim-elefante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 1513-1521, 2014.

RICE, B. H.; QUANN, E. E.; MILLER, G. D. Meeting and exceeding dairy recommendations: effects of dairy consumption on nutrient intakes and risk of chronic disease. **Nutrition Reviews**, v. 71, p. 209-223, 2013.

RODA, G.; FIALÀ, S.; VITTORINI, M. et al. Fatty acid composition and fat content in milk from cows grazing in the Alpine region. **European Food Research and Technology**, 2015 (DOI 10.1007/s00217-015-2473-3).

SALTER, A. M. Dietary fatty acids and cardiovascular disease. **Animal**, v. 7, p. 163-171, 2013.

SANTANA JÚNIOR, H. A. **Glicerina bruta no suplemento de vacas lactantes primíparas mantidas em pastagem tropical irrigada**. 2013. 120 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

SANTOS, G. T.; LIMA, L. S.; SCHOGOR, A. L. B. et al. Citrus pulp as a dietary source of antioxidants for lactating holstein cows fed highly polyunsaturated fatty acid diets. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, p. 1104-1113, 2014a.

SANTOS, G. T.; SCHOGOR, A. L. B.; ROMERO, J. V. et al. Production, composition, fatty acids profile and stability of milk and blood composition of dairy cows fed high polyunsaturated fatty acids diets and sticky coffee hull. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 57, p. 493-503, 2014b.

SANTOS, N. W.; SANTOS, G. T.; SILVA-KAZAMA, D. C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v. 159, p. 37-45, 2014c.

SANTOS, W. B. R. **Qualidade do leite de vacas sob pastejo, suplementadas com concentrados contendo grãos de girassol processados física ou quimicamente**. 2010. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

SANTOS, W. B. R.; SANTOS, G. T. D.; DA SILVA-KAZAMA, D. C. et al. Production performance and milk composition of grazing dairy cows fed pelleted or non-pelleted concentrates treated with or without lignosulfonate and containing ground sunflower seeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 169, p. 167-175, 2011.



SCHENNINK, A.; HECK, J. M. L.; BOVENHUIS, H. et al. Milk fatty acid unsaturation: Genetic parameters and effects of stearoyl-CoA desaturase (SCD1) and acyl CoA: diacylglycerol acyltransferase 1 (DGAT1). **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 2135-2143, 2008.

SCHROEDER, G. F.; GAGLIOSTROB, G. A.; BARGO, F. et al. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. **Livestock Production Science**, v. 86, p. 1-18, 2004.

SCHWEITZER, C.; KAPPELHOF, E. B. Los lácteos y las enfermedades cardiovasculares. Uma mirada a la evidencia actual. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano. Sí a la leche!** Montevideo: FEPALE, 2014. p. 215-222.

SCHWENDEL, B. H.; MOREL, P. C. H.; WESTER J. T. et al. Fatty acid profile differs between organic and conventionally produced cow milk independent of season or milking time. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1411-1425, 2015.

SHIELDS, S. L.; REZAMAND, P.; SEVIER, D. L. et al. Effects of increased milking frequency for the first 21 days post partum on selected measures of mammary gland health, milk yield and milk composition. **Journal of Dairy Research**, v. 78, p. 301-307, 2011.

SHINGFIELD, K. J.; BERNARD, L.; LEROUX, C. et al. Role of *trans* fatty acids in the nutritional regulation of mammary lipogenesis in ruminants. **Animal**, v. 4, p. 1140-1166, 2010.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v. 7, p. 132-162, 2013.

SHINGFIELD, K. J.; CHILLIARD, Y.; TOIVONEN, V. et al. *Trans* fatty acids and bioactive lipids in ruminant milk. In: BŐSZE, Z. (Ed.), **Bioactive Components of Milk – Advances in Experimental Medicine and Biology**. New York: Springer, 2008. p. 3-65.

---

SHINGFIELD, K. J.; WALLACE, R. J. Synthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. In: SELS, B.; PHILIPPAERTS, A. (Ed.) **Conjugated linoleic acids and conjugated vegetable oils**. Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 2014. p. 1-64.

SILVA, D. C.; SANTOS, G. T.; BRANCO, A. F. et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 2928-2936, 2007.

SILVA-KAZAMA, D. C.; SANTOS, G. T. S.; MATUMOTO, P. T. et al. Effect of storage on fatty acid profile of butter from cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2297-2303, 2010.

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de lácteos no Brasil. **Leite & Derivados**, n. 154, p. 36-41, 2015.

SOGLIA, S. L. O.; ABREU, L. R. Perfil de ácidos graxos da gordura do leite de vacas alimentadas com caroço de algodão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 58, p. 220-223, 2003.

SOUZA, J. **Fontes de gordura alteram o desempenho e metabolismo de vacas mantidas em pastagens tropicais**. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2014.

SOUZA, S. M. **Desempenho e perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de girassol em dietas à base de cana-de-açúcar**. 2011. 87 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

SOYEURT, H. F.; DEHARENG, P.; MAYERES, C. et al. Variation of  $\Delta^9$ -desaturase activity in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 3211-3224, 2008.

STANTON, C.; MCMAHON, D.; MILLS, S. Dairy components, products and human health. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed.). **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 207-242.

SUKSOMBAT, W.; MEEPROM, C.; MIRATTANAPHRAI, R. Milk production, milk composition, live weight change and milk fatty acid composition in lactating dairy cows in response to whole linseed supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 26, p. 1111-1118, 2013.

TANTIA, M. S.; VIJH, R. K.; MISHRA, B. P. et al. DGAT1 and ABCG2 polymorphism in Indian cattle (*Bos indicus*) and buffalo (*Bubalus bubalis*) breeds. **BMC Veterinary Research**, v. 2, p. 1-5, 2006.

TOYES-VARGAS, E. A.; MURILLO-AMADOR, B.; ESPINOZA-VILLAVICENCIO, J. L. et al. Composición química y precursores de ácidos vacénico y ruménico en especies forrajeras en Baja California Sur, México. **Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias**, v. 4, p. 373-386, 2013.

TURPEINEN, A. M.; MUTANEN, M.; ARO, A. et al. Bioconversion of vacenic acid to conjugated linoleic acid in Humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, p. 504-510, 2002.

USDA/USDHHS - U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE/U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Dietary Guidelines for Americans 2010**. 7. ed. Washington: U.S. Government Printing Office, 2010. 95 p.

VALENZUELA, R.; VALENZUELA, A. Valor nutricional de la grasa láctea. In: CORNES, R. (Ed.) **Lácteos: alimentos esenciales para el ser humano**. Sí a la leche! Montevideo: FEPALE, 2014. p. 99-104.

VAN VALENBERG, H. J. F.; HETTINGA, K. A.; DIJKSTRA, J. et al. Concentrations of n-3 and n-6 fatty acids in Dutch bovine milk fat and their

contribution to human dietary intake. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 4173-4181, 2013.

VAN WIJLEN, R. P. J.; COLOMBANI, P. C. Grass-based ruminant production methods and human bioconversion of vaccenic acid with estimations of maximal dietary intake of conjugated linoleic acids. **International Dairy Journal**, v. 20, p. 433-448, 2010.

VAZIRIGOHAR, M.; DEGHAN-BANADAKY, M.; REZAYAZDI, K. et al. Fat source and dietary forage-to-concentrate ratio influences milk fatty-acid composition in lactating cows. **Animal**, v. 8, p. 163-174, 2014.

VISIOLI, F.; STRATA, A. Milk, dairy products, and their functional effects in humans: a narrative review of recent evidence. **Advanced Nutrition**, v. 5, p. 131-143, 2014.

WANG, T.; OHA, J. J.; LIM, J. N. et al. Effects of lactation stage and individual performance on milk *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acids content in dairy cows. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 26, p. 189-194, 2013.

WEAVER, C.; WIJESINHA-BETTONI, R.; MCMAHON, D. Milk and dairy products as part of the diet. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed.). **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 103-206.

WERNER, L. B.; HELLGREN, L. I.; RAFF, M. et al. Effects of butter from mountain-pasture grazing cows on risk markers of the metabolic syndrome compared with conventional Danish butter: a randomized controlled study. **Lipids in Health and Disease**, 2013. v. 12: 99 (DOI:10.1186/1476-511X-12-99).

WIJESINHA-BETTONI, R.; BURLINGAME, B. Milk and dairy product composition. In: MUEHLHOFF, E.; BENNETT, A.; MCMAHON, D. (Ed.). **Milk and dairy products in human nutrition**. Rome: FAO, 2013. p. 41-102.

WITKOWSKA, I. M.; WEVER, C.; GORT, G. et al. Effects of nitrogen rate and regrowth interval on perennial ryegrass fatty acid content during the growing season. **Agronomy Journal**, v. 100, p. 1371-1379, 2008.

YASHODHARA, B. M.; UMAKANTH, S.; PAPPACHAN, J. M. et al. Omega-3 fatty acids: a comprehensive review of their role in health and disease. **Postgraduate Medical Journal**, v. 85, p. 84-90, 2009.

YASSIR, M. A.; ARIFAT, A. K; YAAKUB, A. et al. Comparison of conjugated linoleic acid and other fatty acid content of milk fat of Mafriwal and Jersey cows. **Journal Animal Veterinary Advances**, v. 9, p. 1318-1323, 2010.

ZHAOA, X.; WANGA, J.; YANGB, Y. et al. Effects of different fat mixtures on milk fatty acid composition and oxidative stability of milk fat. **Animal Feed Science and Technology**, v. 185, p. 35-42, 2013.

# **Anexo 1.** Produção (kg/vaca/dia), composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas confinadas, recebendo dietas baseadas em forrageiras tropicais suplementadas ou não com fontes lipídicas.

Produção/composição	Forrageiras frescas suplementadas com fontes lipídicas									
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(10)	(11)	(12)
Produção de leite	18,7	18,2	18,2	13,2	12,8	14,4	13,9	14,9	14,4	14,9
Gordura (%)	3,11	2,99	2,84	3,49	3,51	3,56	3,65	3,51	3,56	3,59
Proteína (%)	3,25	3,30	3,46	2,78	2,84	2,88	2,74	2,73	2,74	2,72
Lactose (%)	4,45	4,45	4,37	4,35	4,24	4,36	4,48	4,32	4,27	4,29
Sólidos totais (%)	NI <sup>1</sup>	NI	NI	10,63	10,58	10,80	10,87	11,51	11,51	11,52
N ureico (mg/dL)	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
<b>Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)</b>										
C12:0	2,56	1,99	1,53	1,44	1,24	1,50	1,30	1,53	1,25	1,09
C14:0	9,89	8,12	7,09	6,91	6,25	7,16	6,27	7,59	6,44	5,84
C16:0	25,26	22,89	20,99	19,66	21,81	18,76	20,89	24,70	22,17	19,83
ΣC12:0+C14:0+C16:0	37,71	33,00	29,61	28,01	29,30	27,42	28,46	33,82	29,86	26,76
C18:0	9,12	9,42	9,94	16,28	14,25	14,80	13,04	14,58	15,70	16,64
C18:1 <i>trans</i> -11	4,24	6,44	9,35	3,38	5,45	4,48	7,97	3,11	4,39	5,73
C18:1 <i>cis</i> -9	21,83	23,14	22,64	28,65	26,83	29,10	25,21	24,81	26,72	27,08
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	2,40	2,42	2,40	0,99	1,15	0,99	1,28	1,65	1,68	1,55
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,29	0,26	0,23	0,09	0,09	0,09	0,10	0,17	0,16	0,14
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	2,47	3,74	4,59	1,30	2,15	1,88	3,24	1,22	1,61	2,13
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,01	0,03	0,03	0,019	0,026	0,019	0,029	0,015	0,018	0,021
Produção/composição	Forrageiras conservadas suplementadas com fontes lipídicas						Forrageiras sem suplementação com fontes lipídicas			
	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(1)	(9)	(13)	
Produção de leite	19,92	20,56	19,29	17,8	18,0	18,6	17,8	14,9	18,88	
Gordura (%)	3,59	3,53	3,23	3,67	3,79	3,87	3,36	3,36	3,79	
Proteína (%)	3,22	3,19	3,17	2,91	2,97	3,02	3,23	2,72	3,28	
Lactose (%)	4,48	4,46	4,43	4,98	4,86	4,91	4,52	4,30	4,49	
Sólidos totais (%)	11,81	11,69	11,32	12,65	12,43	12,37	NI	11,34	12,18	
N ureico (mg/dL)	13,15	12,40	11,65	NI	NI	NI	NI	NI	13,04	
<b>Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)</b>										
C12:0	3,59	3,43	3,46	4,65	3,81	3,33	3,12	2,05	3,22	
C14:0	12,65	12,06	12,90	12,40	11,50	10,60	11,40	9,17	11,81	
C16:0	33,91	33,22	31,48	32,70	29,40	26,80	30,32	31,23	35,90	
ΣC12:0+C14:0+C16:0	50,15	48,71	47,84	49,75	44,71	40,73	44,84	42,45	50,93	
C18:0	9,86	10,65	11,24	7,80	8,91	9,00	7,78	9,81	10,16	
C18:1 <i>trans</i> -11	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2,00	1,84	NI	
C18:1 <i>cis</i> -9	20,68	21,96	22,08	18,13	22,08	25,25	20,40	21,57	20,90	
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	0,90	1,15	0,98	1,73	1,87	1,91	2,29	1,63	0,98	
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,45	0,44	0,45	0,23	0,44	0,67	0,28	0,21	0,45	
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,45	0,56	0,52	NI	NI	NI	1,28	0,87	0,50	
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	NI	NI	NI	NI	NI	NI	< 0,01	0,022	NI	

<sup>11</sup>NI = não informado; (1) Ribeiro (2009): *Pennisetum purpureum* + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 46:54); (2) Ribeiro (2009): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 46:54) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (3) Ribeiro (2009): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 46:54) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (4) Ribeiro (2009): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 46:54) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (5) Ribeiro (2013): *TMR de P. purpureum* + concentrado (V:C = 60:40) + 4,5% de óleo de girassol (OG) alto oleico na MS da dieta; (6) Ribeiro (2013): *TMR de P. purpureum* + concentrado (*TMR*) (V:C = 60:40) + 4,5% de OG médio oleico na MS da dieta; (7) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado parcelado nas ordenhas (V:C = 60:40) + 4,5% de OG alto oleico na MS da dieta; (8) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado parcelado nas ordenhas (V:C = 60:40) + 4,5% de OG médio oleico na MS da dieta; (9) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33); (10) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33) e 1,3% de OG na MS da dieta; (11) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33) e 2,5% de OG na MS da dieta; (12) Ribeiro (2013): *P. purpureum* + concentrado (V:C = 67:33) e 3,7% de OG na MS da dieta; (13) Pereira et al. (2011): Feno de *Cynodon dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40); (14) Pereira et al. (2011): Feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40) e 2,8% de torta de girassol na MS da dieta; (15) Pereira et al. (2011): Feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40) e 5,6% de torta de girassol na MS da dieta; (16) Pereira et al. (2011): Feno de *C. dactylon* cv. Tifton-85 + concentrado (V:C = 60:40) e 8,4% de torta de girassol na MS da dieta; (17) Suksombat et al. (2011): Silagem de *Brachiaria ruziziensis* + 8 kg/vaca/dia de concentrado + 300 g/vaca/dia de óleo de palma; (18) Suksombat et al. (2011): Silagem de *B. ruziziensis* + 8 kg/vaca/dia de concentrado + 150 g/vaca/dia de óleo de palma + 344 g/dia de grãos de linhaça; (19) Suksombat et al. (2011): Silagem de *B. ruziziensis* + 8 kg/vaca/dia de concentrado + 688 g/vaca/dia de grãos de linhaça.

**Anexo 2.** Produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir recebendo dietas baseadas em cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) ensilada com diferentes aditivos.

Produção e composição do leite	Silagem de cana			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Produção de leite (kg/vaca/dia)	13,61	13,16	14,83	14,90
Gordura (%)	4,41	4,39	4,02	3,85
Proteína (%)	2,99	3,01	3,10	3,03
Lactose (%)	4,26	4,28	4,35	4,33
Sólidos totais (%)	12,68	12,64	12,46	12,19
N ureico (mg/dL)	22,73	30,19	23,26	19,54
<b>Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)</b>				
C12:0	3,49	3,43	4,18	4,20
C14:0	12,91	12,40	13,65	13,77
C16:0	36,46	36,05	39,27	37,18
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	52,86	51,88	57,10	55,15
C18:0	7,97	7,16	6,56	5,80
C18:1 <i>trans</i> -11	1,70	1,40	1,84	2,37
C18:1 <i>cis</i> -9	20,60	22,44	16,94	17,32
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	0,99	1,09	0,95	0,96
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,71	0,60	0,58	0,67
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,41	0,40	0,57	0,83
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,32	0,28	0,41	0,98

(1) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 + concentrado (V:C = 54:46)

(2) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 aditivada com 1% de ureia + concentrado (V:C = 55:45)

(3) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 aditivada com 0,5% de ureia + 0,5% de CaO + concentrado (V:C = 55:45)

(4) Martins (2013): Silagem de cana SP-791011 aditivada com 1% de CaO + concentrado (V:C = 54:46).

**Anexo 3.** Produção e composição do leite de vacas Holandês x Gir recebendo dietas baseadas em cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) fresca, suplementada ou não com fontes lipídicas, e perfil de ácidos graxos da gordura de leite, queijo<sup>1</sup> e manteiga<sup>2</sup>.

Produção/Composição	Cana suplementada com fontes lipídicas								
	(2)	(3)	(4)	(6)	(7)	(8)	(11) <sup>2</sup>	(12) <sup>2</sup>	(13) <sup>2</sup>
Produção de leite	18,3	17,4	19,2	15,6	16,1	15,1	18,3	17,4	19,2
Gordura (%)	3,28	2,89	2,67	3,25	2,66	2,64	3,28	2,89	2,67
Proteína (%)	2,79	2,93	2,90	3,20	3,29	3,44	2,79	2,93	2,90
Lactose (%)	4,35	4,39	4,24	4,42	4,30	4,28	4,35	4,39	4,24
Sólidos totais (%)	11,32	11,07	10,66	11,76	11,10	11,21	11,32	11,07	10,66
N ureico (mg/dL)	14,0	12,8	11,1	13,08	10,74	11,14	14,0	12,8	11,1
<b>Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)</b>									
C12:0	3,06	2,18	1,72	2,44	1,63	1,12	3,3	2,4	1,9
C14:0	10,76	8,73	7,27	10,11	7,85	6,07	11,2	9,2	8,2
C16:0	26,9	22,5	20,01	29,87	21,68	20,14	29,3	24,1	22,1
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	40,72	33,41	29,00	42,42	31,16	27,33	43,80	35,70	32,20
C18:0	11,73	12,89	13,42	12,59	14,51	14,48	11,0	12,6	12,5
C18:1 <i>trans</i> -11	3,36	6,42	7,54	2,98	6,26	9,39	2,4	5,4	6,9
C18:1 <i>cis</i> -9	18,28	19,73	20,49	18,80	21,05	20,32	17,1	19,5	20,1
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,99	2,08	2,03	2,01	2,70	2,24	1,90	2,04	1,90
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,12	0,13	0,12	0,13	0,16	0,10	0,13	0,13	0,12
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,40	2,34	2,75	1,14	2,41	2,67	1,02	2,06	2,61
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,03	0,06	0,11	0,05	0,06	0,12	0,02	0,03	0,03
Produção/Composição	Cana suplementada com fontes lipídicas				Cana sem suplementação com fontes lipídicas				
	(15)	(16)	(17)	(18)	(1)	(5)	(9) <sup>1</sup>	(10) <sup>2</sup>	(14)
Produção de leite	NI <sup>3</sup>	NI	NI	NI	18,0	15,1	NI <sup>3</sup>	18,0	NI
Gordura (%)	3,44	3,35	3,30	3,25	3,43	3,68	5,50	3,43	3,52
Proteína (%)	2,90	2,77	2,69	2,74	3,03	3,25	5,07	3,03	2,81
Lactose (%)	4,36	4,18	4,04	4,12	4,30	4,34	NI	4,30	4,23
Sólidos totais (%)	11,35	10,92	10,63	10,72	11,76	12,16	14,68	11,76	11,19
N ureico (mg/dL)	NI	NI	NI	NI	12,9	12,17	NI	12,9	NI
<b>Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)</b>									
C12:0	5,71	5,54	4,87	3,99	4,02	2,93	4,34	4,3	6,03
C14:0	14,33	13,97	12,34	10,87	12,25	11,46	0,36	12,5	15,34
C16:0	28,57	26,52	23,70	23,61	34,38	35,35	36,26	36,4	34,74
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	48,61	46,03	40,91	38,47	50,65	49,74	40,96	53,20	56,11
C18:0	9,29	10,41	12,17	12,50	7,78	10,06	7,61	7,1	6,52
C18:1 <i>trans</i> -11	1,79	2,56	4,10	5,38	1,12	1,11	NI	0,8	1,07
C18:1 <i>cis</i> -9	17,98	18,70	21,80	24,97	14,69	16,38	20,32	13,6	14,57
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,81	1,59	1,51	1,37	1,87	2,04	1,85	1,80	1,66
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,18	0,15	0,15	0,15	0,14	0,18	0,20	0,14	0,14
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,66	1,28	1,39	2,05	0,54	0,52	0,48	0,38	0,42
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,19	0,21	0,36	0,33	0,01	0,02	NI	0,01	0,16

<sup>3</sup>NI = não informado; (1) Souza (2011): Cana RB-738735 + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 60:40); (2) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (3) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (4) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (5) Souza (2011): Cana RB-738735 + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 60:40); (6) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (7) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (8) Souza (2011): Cana de açúcar RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (9) Martins et al. (2012): Cana de açúcar + concentrado (V:C = 50:50); (10) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (relação volumoso:concentrado, base MS - V:C = 60:40); (11) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 1,5% de óleo de soja na MS da dieta; (12) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 3,0% de óleo de soja na MS da dieta; (13) Barros et al. (2013): Cana RB-738735 + concentrado (V:C = 60:40) e 4,5% de óleo de soja na MS da dieta; (14) Meneses et al. (2015): Cana de açúcar RB-72454 + concentrado (V:C = 60,6:39,4); (15) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 61,6:38,4) e 5% de glicerina bruta de baixa pureza - GBBP (36,7% de lipídeos na MS; 22,3% de ácido oleico; 45,7% de ácido linoleico) na MS da dieta; (16) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 62,1:37,9) e 10% de GBBP na MS da dieta; (17) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 62,8:37,2) e 15% de GBBP na MS da dieta; (18) Meneses et al. (2015): Cana RB-72454 picada + concentrado (V:C = 63,5:36,5) e 20% de GBBP na MS da dieta.



#### Anexo 4. Produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas sob pastejo em forrageiras tropicais sem suplementação com fontes lipídicas.

Produção e composição do leite	Pasto sem suplementação com fontes lipídicas						
	(3)	(6)	(10)	(14)	(15)	(16)	(17)
Produção de leite (kg/vaca/dia)	11,8-13,1	8,36	8,10	NI <sup>1</sup>	15,0	15,0	15,0
Gordura (%)	3,17-3,29	3,81	2,85	6,10	4,0	4,0	4,0
Proteína (%)	2,84-3,05	3,82	3,26	4,63	3,4	3,4	3,4
Lactose (%)	4,39-4,44	NI <sup>1</sup>	4,73	NI	4,0	4,0	4,0
Sólidos totais (%)	11,26-11,42	11,67	11,81	14,59	12,8	12,8	12,8
N ureico (mg/dL)	17,6-18,3	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)							
C12:0	2,37-2,42	2,66	4,23	3,23	2,97	2,17	2,57
C14:0	9,51-9,64	10,38	15,74	0,22	10,70	8,88	9,75
C16:0	25,65-26,78	26,44	39,18	26,37	28,1	26,7	26,6
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	37,53-38,84	39,48	59,15	29,82	41,77	37,75	38,92
C18:0	11,21-11,94	11,85	8,10	11,80	10,5	11,6	12,0
C18:1 <i>trans</i> -11	4,37-4,49	NI	NI	NI	1,64	1,66	1,90
C18:1 <i>cis</i> -9	27,12-27,26	27,28	23,98	21,43	20,9	25,5	22,4
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,51-1,52	NI	0,50	NI	1,07	1,35	1,22
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,50-0,51	0,59	0,52	0,37	0,49	0,42	0,40
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,58-1,64	NI	NI	0,96	0,91	1,10	1,01
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,03	NI	NI	NI	NI	NI	NI

Produção e composição do leite	Pasto sem suplementação com fontes lipídicas							
	(18)	(19)	(23)	(26)	(31)	(36)	(37)	(40)
Produção de leite (kg/vaca/dia)	15,0	19,9	24,2	16,6	13,3	17,6	14,2	NI
Gordura (%)	4,0	3,56	3,5	3,76	4,68	3,72	3,79	3,3
Proteína (%)	3,4	2,90	3,3	3,44	3,82	3,26	3,26	3,0
Lactose (%)	4,0	4,34	4,6	4,55	4,92	4,42	4,47	4,6
Sólidos totais (%)	12,8	11,7	NI	12,63	14,45	NI	NI	11,8
N ureico (mg/dL)	NI	17,5	11,2	10,98	15,34	8,8	11,6	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)								
C12:0	2,92	2,84	2,84	2,36	5,18	3,03	2,25	3,44
C14:0	9,74	10,60	10,3	8,89	15,90	9,79	8,99	12,61
C16:0	28,9	27,8	29,5	26,8	43,73	25,44	23,61	32,43
ΣC12:0 + C14:0 + C16:0	41,56	41,24	42,64	38,05	64,81	38,26	34,85	48,48
C18:0	11,4	11,9	12,8	14,4	16,86	14,29	13,24	12,09
C18:1 <i>trans</i> -11	2,04	2,19	0,91	1,15	NI	NI	NI	2,26
C18:1 <i>cis</i> -9	20,8	19,8	20,8	21,8	16,65	22,21	23,5	20,45
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,16	1,76	1,66	2,52	0,57	1,33	0,86	0,66
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,30	0,39	0,33	0,43	0,30	0,38	0,42	1,12
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,04	0,95	0,66	0,64	0,40	0,80	1,42	0,16
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	NI	0,02	0,02	0,025	NI	NI	NI	0,12

<sup>1</sup> NI = não informado; (3) Medeiros et al. (2010): *C. nlenfuensis* (Estrela-africana) + 4 kg/vaca/dia de concentrado; (6) Lima et al. (2011): *Panicum maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (10) Lima (2011): *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (14) Martins et al. (2012): *P. maximum* cv. Tanzânia + concentrado (relação volumoso:concentrado = 76:24, base MS); (15) Lopes et al. (2011): *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (16) Lopes et al. (2011): *P. maximum* cv. Tanzânia + 6 kg/vaca/dia de concentrado; (17) Lopes et al. (2011): *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés + 3 kg/vaca/dia de concentrado; (18) Lopes et al. (2011): *B. brizantha* cv. Xaraés + 6 kg/vaca/dia de concentrado; (19) Mourthé (2011): *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado; (23) Souza (2014): *Pennisetum purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) – Experimento 1; (26) Souza (2014): *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) – Experimento 2; (31) Santana Júnior (2013): *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) sem glicerina bruta (GB); (36) Macedo (2012): *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de concentrado (15,2% de PB) para cada 2,5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 7,3 kg/vaca/dia); (37) Macedo (2012): *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de concentrado (12,2% de PB) para cada 5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 3,1 kg/vaca/dia); (40) Faria (2012): *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado.

## Anexo 5. Produção (kg/vaca/dia), composição e perfil de ácidos graxos do leite de vacas sob pastejo em forrageiras tropicais suplementadas com fontes lipídicas.

Produção e composição do leite	Pasto suplementado com fontes lipídicas									
	(1)	(2)	(4)	(5)	(7)	(8)	(9)	(11)		
Produção de leite	15,2	16,3	14,97-15,05	14,99-15,24	8,91	9,03	9,07	8,33		
Gordura (%)	2,90	2,14	3,37-3,58	3,05-3,09	3,86	3,92	3,95	2,66		
Proteína (%)	2,79	3,11	2,88-2,95	2,90-2,92	3,78	3,64	3,49	3,17		
Lactose (%)	4,56	4,46	4,36-4,37	4,40-4,41	NI <sup>1</sup>	NI	NI	4,78		
Sólidos totais (%)	10,98	10,56	11,56-11,92	11,29-11,36	11,87	12,05	12,07	11,6		
N ureico (mg/dL)	19,3	19,7	NI	NI	NI	NI	NI	NI		
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	2,10-2,39	1,77-1,96	0,93	0,87-0,94	2,94	3,14	3,61	4,13		
C14:0	7,51-7,71	8,47-8,67	4,49-4,53	4,16-4,33	10,96	11,14	11,76	15,4		
C16:0	25,44-26,34	26,90-27,00	17,05-17,57	16,14-16,89	27,37	28,37	29,55	38,7		
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0	35,05-36,44	37,14-37,63	22,47-23,03	21,17-22,46	41,27	42,65	44,92	58,2		
C18:0	10,73-11,07	12,16-12,21	20,68-21,37	17,40-17,56	11,43	11,00	10,78	9,34		
C18:1 <i>trans</i> -11	4,52-4,73	4,16-4,32	NI	NI	NI	NI	NI	NI		
C18:1 <i>cis</i> -9	28,33-29,43	24,68-26,13	31,65-32,56	30,91-32,40	27,03	27,52	26,04	23,1		
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	1,73-1,79	1,37-1,42	3,67-3,71	3,19-3,39	NI	NI	NI	0,87		
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,41-0,44	0,41-0,42	0,37-0,38	0,38	0,55	0,49	0,45	0,75		
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	1,45-1,72	1,11-1,25	1,17-1,20	2,26-2,46	NI	NI	NI	NI		
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,04-0,08	0,03-0,05	0,22	0,22-0,33	NI	NI	NI	NI		

Produção e composição do leite	Pasto suplementado com fontes lipídicas									
	(12)	(13)	(20)	(21)	(22)	(24)	(25)	(27)	(28)	(29)
Produção de leite	8,04	7,73	20,4	20,2	20,4	26,8	29,0	17,1	15,9	17,6
Gordura (%)	2,65	2,81	3,74	3,84	3,81	2,8	3,3	3,25	3,04	4,02
Proteína (%)	3,24	3,16	2,87	2,88	2,86	3,1	3,1	3,34	3,41	3,37
Lactose (%)	4,77	4,73	4,34	4,32	4,34	4,4	4,6	4,57	4,53	4,59
Sólidos totais (%)	11,65	11,89	11,9	12,0	12,0	NI	NI	11,95	11,85	12,65
N ureico (mg/dL)	NI	NI	17,6	18,7	18,7	10,6	11,9	10,21	9,98	10,98
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	4,01	5,02	2,33	1,92	1,60	2,07	2,35	1,76	1,36	1,79
C14:0	14,78	15,62	8,86	7,66	6,44	8,2	8,9	7,77	7,33	7,99
C16:0	39,18	36,91	23,4	21,4	19,9	29,3	32,9	26,3	23,3	28,1
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0	57,97	57,55	34,59	30,98	27,9	39,6	44,15	35,83	31,99	37,88
C18:0	7,41	8,29	14,6	16,8	18,4	16,2	14,3	15,1	16,6	12,8
C18:1 <i>trans</i> -11	NI	NI	2,40	2,57	2,34	1,16	1,01	1,63	1,58	1,16
C18:1 <i>cis</i> -9	26,21	25,01	22,6	24,1	25,9	24,3	23,2	23,2	23,8	24,1
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	0,29	0,57	3,16	4,47	5,76	2,07	1,92	2,89	3,22	2,21
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,52	0,55	0,60	0,74	0,87	0,43	0,39	0,47	0,41	0,37
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	NI	NI	0,98	1,01	0,93	0,86	0,69	1,02	1,13	0,85
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	NI	NI	0,02	0,02	0,01	0,09	0,02	0,08	0,11	0,027

Produção e composição do leite	Pasto suplementado com fontes lipídicas									
	(30)	(32)	(33)	(34)	(35)	(38)	(39)	(41)	(42)	(43)
Produção de leite	17,7	14,3	14,3	14,0	13,6	15,4	15,0	NI	NI	NI
Gordura (%)	3,88	4,23	4,21	3,86	4,14	3,34	3,41	3,2	3,4	3,9
Proteína (%)	3,35	3,65	3,54	3,64	3,64	3,25	3,12	3,0	2,9	2,9
Lactose (%)	4,53	4,65	4,65	4,71	4,66	4,39	4,42	4,4	4,5	4,6
Sólidos totais (%)	12,59	13,51	13,33	13,15	13,35	NI	NI	11,6	11,8	12,3
N ureico (mg/dL)	10,93	14,40	16,83	16,05	15,75	10,0	11,2	NI	NI	NI
Ácido graxo - AG (g/100 g AG totais)										
C12:0	1,45	4,744	4,340	5,783	6,593	2,00	1,89	3,94	4,25	3,97
C14:0	7,06	17,673	23,989	19,197	17,946	7,67	8,03	12,95	13,03	12,41
C16:0	35,1	42,111	41,371	40,219	40,212	23,62	23,66	32,49	32,61	32,04
Σ C12:0 + C14:0 + C16:0	43,61	64,528	69,700	65,199	64,751	33,29	33,58	49,38	49,89	48,42
C18:0	10,1	17,076	12,804	14,340	13,413	16,82	14,00	11,78	11,56	11,42
C18:1 <i>trans</i> -11	1,15	NI	NI	NI	NI	NI	NI	2,32	2,17	2,30
C18:1 <i>cis</i> -9	23,7	14,581	9,987	12,697	15,307	24,7	23,55	20,00	20,64	21,08
C18:2 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12	2,43	0,516	0,461	0,426	0,525	1,68	1,52	0,58	0,57	0,57
C18:3 <i>cis</i> -9 <i>cis</i> -12 <i>cis</i> -15	0,34	0,141	0,147	0,116	0,151	0,41	0,54	1,14	1,04	1,16
CLA <i>cis</i> -9 <i>trans</i> -11	0,86	0,435	0,689	0,589	0,670	1,08	1,54	0,16	0,15	0,16
CLA <i>trans</i> -10 <i>cis</i> -12	0,019	NI	NI	NI	NI	NI	NI	0,12	0,11	0,14

NI = não informado; (1) Medeiros et al. (2010); *Cynodon nlenfuensis* (Estrela-africana) + 4 kg/vaca/dia de concentrado + 150 g/vaca/dia de Megalac; (2) Medeiros et al. (2010); *C. nlenfuensis* (Estrela-africana) + 4 kg/vaca/dia de concentrado + 150 g/vaca/dia de sais de Ca de CLA (24% *cis*-9 *trans*-11 e 35% *trans*-10 *cis*-12); (4) Santos et al. (2011); *Cynodon dactylon* + 4,2 kg/vaca/dia de concentrado contendo grãos de girassol moídos, tratados ou não com lignossulfonato; (5) Santos et al. (2011); *C. dactylon* + 4,5 kg/vaca/dia de concentrado contendo grãos de girassol moídos peletizados, tratados ou não com lignossulfonato; (7) Lima et al. (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado + 1,5% de óleo de licuri na MS da dieta; (8) Lima et al. (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado + 3,0% de óleo de licuri na MS da dieta; (9) Lima et al. (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado + 4,5% de óleo de licuri na MS da dieta; (11) Lima (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 8,34% de torta de amendoim; (12) Lima (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 15,05% de torta de girassol; (13) Lima (2011); *P. maximum* cv. Tanzânia + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 45,5% de torta de dendê; (20) Mourthé (2011); *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado contendo 1,3 kg de grão de soja tostado; (21) Mourthé (2011); *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado contendo 2,6 kg de grão de soja tostado; (22) Mourthé (2011); *B. brizantha* cv. Marandu + 6 kg/vaca/dia de concentrado contendo 3,9 kg de grão de soja tostado; (24) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) com 400 g de sais de Ca de óleo de soja – Experimento 1; (25) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 400 g de sais de Ca de óleo de palma – Experimento 1; (27) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 400 g de sais de Ca de óleo de soja – Experimento 2; (28) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 700 g de sais de Ca de óleo de soja – Experimento 2; (29) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 400 g de sais de Ca de óleo de palma – Experimento 2; (30) Souza (2014); *P. purpureum* cv. Cameron + 8 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 700 g de sais de Ca de óleo de palma – Experimento 2; (32) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 9,4% de glicerina bruta + GB (37% de AG totais); 48% de glicerol na MS; (33) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 19,1% de GB na MS; (34) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 28,9% de GB na MS; (35) Santana Júnior (2013); *B. brizantha* cv. MG-5 + 4,65 kg/vaca/dia de concentrado (base MS) contendo 38,9% de GB na MS; (38) Macedo (2012); *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de concentrado (15,2% de PB; 2,78% de Megalac-E; base MS) para cada 2,5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 7,1 kg/vaca/dia); (39) Macedo (2012); *P. purpureum* cv. Cameron + 1 kg/vaca/dia de leite produzidos (12,2% de PB; 5,58% de Megalac-E; base MS) para cada 5 kg/vaca/dia de leite produzidos (Consumo de MS de concentrado = 3,0 kg/vaca/dia); (41) Faria (2012); *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 25% de torta de dendê; (42) Faria (2012); *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 50% de torta de dendê; (43) Faria (2012); *P. maximum* cv. Massai + 3 kg/vaca/dia de concentrado contendo 75% de torta de dendê.



## CAPÍTULO 14

### Terapêutica de Precisão e suas Perspectivas em um País de Pecuária Heterogênea

*Humberto de Mello Brandão; Juliana Carine Gern; Michele Munk Pereira; Adolfo Firmino da Silva Neto; Carla Christine Lange; Maria Aparecida Vasconcelos de Paiva e Brito; João Batista Ribeiro; Wanessa Araújo Carvalho; Guilherme Nunes de Souza; Letícia Caldas Mendonça; Marcos Vinícius Gualberto da Silva; Patrícia Vilhena Dias de Andrade; Márcio Roberto da Silva; Alessandro de Sá Guimarães*

#### Introdução

“Para ter cabeceira e fundo basta haver duas vacas”, este é um ditado popular falado pelos vaqueiros nos rincões das Gerais e, muito provavelmente, também falado de forma diferente nas mais diversas partes do mundo. Mas o que esse dito popular quer dizer quando avaliado pela ótica da precisão? Nada mais nada menos que: existem diferenças entre dois indivíduos, entre dois grupos ou entre duas regiões e assim por diante. Por sua vez, quando se utiliza os termos “cabeceira e fundo”, valores são atribuídos para estas variações, ou seja, um indivíduo é diferente do outro sob a égide de um determinado parâmetro. Há que se considerar ainda que essas diferenças não são apenas individuais, são temporais também. De uma forma geral, essas variabilidades temporais e espaciais podem ser abordadas individualmente para se obter uma maior eficiência/sustentabilidade da atividade leiteira. Todavia, para se obter o melhor rendimento com o mínimo de dispêndio/erro, nem sempre a individualização é o caminho mais viável. Assim, a gestão da variabilidade temporal e espacial é o eixo central do conceito de precisão, que para a pecuária de precisão pode ser definida como o planejamento e gerenciamento, pautado na integração de tecnologia e informações, de todos os processos associados aos distintos sistemas de produção de leite.

Mais especificamente, quando se considera apenas o foco em saúde animal, entende-se terapêutica de precisão como a gestão do conjunto

de tecnologias/práticas que podem ser customizadas em função de características individuais para promover ganhos terapêuticos com o uso mínimo e otimizado de medicamentos e produtos biológicos no tratamento e prevenção de enfermidades de animais. Dessa forma espera-se intervenções/abordagens terapêuticas mais racionais, eficientes, e de baixo custo e com ganhos nos parâmetros de segurança alimentar (e.g. resíduos de antimicrobianos em alimentos) e ambiental. Na prática “terapêutica de precisão” é a gestão das individualidades sob a ótica da saúde, utilizando técnicas consagradas e ou emergentes para atingir objetivos específicos. Assim, o conceito de terapia de precisão não precisa necessariamente estar vinculado aos avanços técnicos científicos na fronteira do conhecimento para ser aplicado. O conhecimento de microbiologia dos diferentes microrganismos causadores de doenças que impactam a produção animal e o processo fisiopatológico que envolve estes microrganismos pode subsidiar de forma precisa uma terapia eficiente no controle, prevenção e erradicação de doenças infecciosas.

Neste contexto, em um país de dimensões continentais e com uma das pecuárias leiteiras mais heterogêneas do mundo, uma visão holística dos sistemas de produção, bem como de sua inserção nos distintos ecossistemas, ambiente sociocultural, condições edafoclimáticas e etc são os primeiros passos para identificar as individualidades potencialmente tratáveis. Assim, a consideração das individualidades do ambiente macro até sua abordagem em um ambiente micro, como por exemplo um compartimento biológico, são os fatores de sucesso na abordagem da terapêutica de precisão.

Exemplos simples de individualidades que podem ser identificadas e podem receber atenção customizada na implementação de programas de controle e erradicação de *S. aureus*: em um sistema de produção, com gado holandês puro e confinado em *free stall*, *compost barn* ou semi confinado, sistemas de produção com gado Girolando ou Gir à pasto e bezerro ao pé...; variáveis associadas ao animal ou seu status fisiológico, como produção de leite, fase da lactação, raça ou grau de sangue, capacidade de metabolização do fármaco...; variações associadas ao compartimento

biológico, o fármaco atinge o compartimento acinar ou intracelular, ele mantém atividade farmacológica por quanto tempo, o veículo farmacêutico é o mais eficaz para a abordagem terapêutica....; variáveis associadas ao patógeno, grau de virulência, eficiência no método de diagnóstico dos animais positivos, susceptibilidade à base farmacológica, susceptibilidade da estirpe à fagocitose por polimorfonucleares....

Diversas são as técnicas com potencial uso na terapêutica de precisão, como por exemplo os tradicionais métodos de isolamentos bacterianos em meio de cultura até técnicas de identificação por reação de polimerase em cadeia em tempo real (rtPCR).

Um exemplo de como podemos unir o conhecimento prévio já existente e o diagnóstico baseado em conceitos de biologia molecular é na erradicação de *Streptococcus agalactiae* importante patógeno da mastite em rebanhos bovinos leiteiros, responsável por altas contagens de células somáticas e consequentemente diminuição da qualidade higiênica sanitária do leite. O conhecimento sobre a viabilidade técnica e econômica da erradicação do *S. agalactiae* por meio de terapia com antimicrobianos já vem sendo relatada na literatura por mais de 15 anos (KEEFE, 1997) e atualmente já existe no mercado a identificação dos patógenos da mastite por meio de rtPCR, fornecendo o resultado em menos de 24 horas. Geralmente utiliza-se do suporte laboratorial por meio dos métodos clássicos de microbiologia para a identificação de vacas infectadas por *S. agalactiae* para posterior tratamento. Com o método microbiológico, geralmente o resultado do exame é fornecido entre 3 a 5 dias. Em uma fase inicial de saneamento do rebanho para o *S. agalactiae* por meio da identificação de animais infectados com base em diagnóstico e posterior tratamento de vacas infectadas com objetivo de erradicação do patógeno, o diagnóstico microbiológico é indicado, principalmente devido ao custo da análise. Porém, na fase final do saneamento, onde há necessidade de diagnóstico que forneça resultados mais rápidos e com maior sensibilidade e especificidade, o uso do rtPCR é indicado. Neste particular, observa-se uma maior rapidez e precisão na identificação de animais infectados e consequentemente no tratamento.

Outros exemplos de tecnologias portadoras de futuro seguem transcritas de Brandão et al. (2012). No caso da exploração da informação genética para o combate de doenças no homem e animais, estes conhecimentos são albergados pela farmacogenética e farmacogenômica. O material genético de espécies animais de produção abriga rica coleção de variações genéticas com consequências úteis ou prejudiciais para a saúde e para a produtividade do rebanho. Essas variações estão, usualmente, na forma de *single nucleotide polymorphism* (SNPs), deleções ou inserções de nucleotídeos ou de genes inteiros, rearranjos cromossômicos, duplicação de genes, repetições em *tandem* (microssatélites), etc. Embora essas variações constituam apenas pequena percentagem do genoma (cerca de  $< 1\%$ ), elas formam a base da biodiversidade ou da variabilidade individual em resposta aos estímulos do ambiente. Elas podem ser encontradas nos genes, tanto em regiões codificadoras, quanto em regiões reguladoras, com a habilidade para modificar a função do gene ou sua expressão, resultando, algumas vezes, em condições indesejáveis, como, por exemplo, no aparecimento de doenças.

As pesquisas genômicas relativas a doenças ou às diferenças terapêuticas entre os indivíduos geralmente estão associadas aos polimorfismos presentes nos genes que influenciam a farmacocinética ou a farmacodinâmica (CHOWBAY et al., 2005). Esses polimorfismos podem modificar a expressão e/ou a atividade de sítios de ligação de medicamentos (WEINSHILBOUM, 2003) por influenciarem a estabilidade do RNA mensageiro correspondente, ou modificarem a estrutura da proteína, podendo levar à redução ou aumento da proteína codificada (THORISSON e STEIN, 2003).

Comparadas ao genoma humano e ao bovino (*Bos taurus*), o sequenciamento do genoma de algumas espécies domésticas, como caprinos, suínos e ovinos, está ainda em fase inicial ou de planejamento. Com a disponibilidade dessas informações genômicas, entretanto, poderá haver uma explosão de informações em estudos relativos às variações do genoma e vários aspectos relativos à doenças, produção e adaptação. Até o momento, todavia, as pesquisas genômicas em animais de produção são menos intensas e diferem em vários aspectos quando comparadas às feitas em humanos.

Um desses aspectos é em relação ao possível uso da farmacogenética e da farmacogenômica em animais domésticos. A farmacogenética, segundo Hughes (1999), consiste no estudo das variações interindividuais na sequência de DNA, relacionadas com a resposta aos fármacos, a eficácia e a segurança dos mesmos, ou seja, como a variabilidade genética está relacionada à variabilidade de resposta aos medicamentos por parte dos indivíduos. Todavia, apesar do conceito ser relativamente simples, estudos envolvendo farmacogenética são de extrema importância, em virtude da redução de riscos de toxicidade para os pacientes, bem como do aumento da eficácia dos medicamentos.

A farmacogenômica, resultante da união entre a farmacogenética e a genômica, pode ser definida como o estudo da expressão de genes individuais os quais são relevantes na susceptibilidade a doenças, bem como a resposta a fármacos em nível celular, individual ou populacional (PIRAZZOLI e RECCHIA, 2004). Ainda, de acordo com Azevedo (2004), a farmacogenômica procura relações entre o metabolismo de drogas e os estudos moleculares de DNA ou RNA. Esse tipo de estudo lança mão de técnicas genômicas de mapeamento genético, sequenciamento de genomas e de bioinformática para facilitar as pesquisas.

Desse modo, as duas disciplinas podem ser diferenciadas em relação ao número de genes envolvidos. Enquanto a farmacogenética investiga um ou poucos genes, a farmacogenômica baseia-se na informação da atividade funcional e na expressão de vários genes ao mesmo tempo (ARRANZ e KERWIN, 2003).

Pesquisas em animais, envolvendo essas duas disciplinas, têm sido desenvolvidas principalmente em camundongos, ratos, suínos, coelhos, macacos e cães, espécies consideradas como modelos animais. Por exemplo, a farmacogenética da enzima tiopurina metiltransferase (TPMT), a qual está relacionada ao metabolismo de drogas imunossupressoras no tratamento de câncer e de transplante de órgãos, tem sido extensivamente estudada em cães, em que se observa alto nível de polimorfismo para esse loco (MARSH E VAN BOOVEN, 2009). Para espécies ligadas à produção animal, os estudos ainda estão no estágio inicial.



Embora a individualização terapêutica ainda represente um desafio para o futuro, mesmo na espécie humana, vislumbra-se que a farmacogenética e a farmacogenômica serão ferramentas úteis no desenvolvimento de novos medicamentos pelas indústrias farmacêuticas (METZGER et al., 2006). Certamente, os avanços advindos na espécie humana refletirão na produção animal nos próximos anos, como resultado direto da finalização do sequenciamento completo dos genomas de várias espécies. Esses sequenciamentos serão usados para a descoberta de variantes genômicas em genes candidatos que poderão estar associadas com respostas alteradas às drogas, tanto quanto para o desenvolvimento de arranjos de marcadores do tipo SNP que permitam o desenvolvimento de estudos de associação por todo o genoma para análises de ligação entre os genótipos e fenótipos de doenças.

Por sua vez, a nanotecnologia, quando utilizada com foco terapêutico permite não só o emprego farmacológico de novas substâncias, como também modificação nos parâmetros farmacocinéticos e farmacodinâmicos de fármacos em formulações convencionais (ZIMMER et al., 1994).

Levando-se em consideração apenas a redução de tamanho da partícula, via de regra, o material tem sua reatividade aumentada em função da elevação da área de contato e, em muitos casos, pode exercer ou exacerbar seu efeito antimicrobiano, como é o caso da nanopartícula de própolis, que ao ter seu tamanho de partícula controlado, tem sua atividade antimicrobiana potencializada e, por ser livre de álcool, também pode ser aplicada diretamente sobre mucosas sem causar irritação ou desconforto para o animal (BRANDÃO et al., 2012).

Outro exemplo de aumento da atividade antimicrobiana em função da redução do tamanho é a nanopartícula de prata, que possui um longo histórico de uso em produtos cotidianos e, devido a sua baixa toxicidade, mais recentemente vem sendo utilizada com foco medicamentoso (NOWACK et al., 2011). Tal nanomaterial, em ensaios *in vitro* contra isolados bacterianos de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* oriundos de vacas com mastite, mostrou-se altamente promissor (KIM et al., 2007). Por sua vez, nanopartículas de dióxido de titânio foram associa-

das com vinte e três antibióticos diferentes para avaliação de efeitos antimicrobianos em amostras multirresistentes de *S. aureus*. Em todas as associações foi observado efeito sinérgico entre a nanopartícula metálica e o antimicrobiano, necessitando, portanto, de menos fármaco para inibir o crescimento microbiano (ROY et al., 2010).

Quando se nanoencapsular um fármaco “tradicional”, o nanomedicamento assume características próprias, muitas vezes associadas ao agente encapsulante e, como já abordado, pode ter seus padrões farmacocinéticos e farmacodinâmicos alterados; ficar protegido do meio externo (evitando ser degradado); apresentar liberação gradual; ser direcionado para um tecido ou grupo celular específico; e, apresentar redução da toxicidade. De uma forma geral, a terapia pode ficar mais efetiva, com redução da dose e número de aplicações do fármaco, aumento da concentração do princípio ativo no tecido/células de interesse, redução de sua concentração em tecidos periféricos, menores efeitos colaterais, redução na seleção de bactérias resistentes e pequena geração de resíduos nos produtos de origem animal.

Do ponto de vista de segurança alimentar os ganhos são claros, uma vez que ao modificar a biodistribuição, ou mesmo reduzir a concentração de um fármaco, este pode não conseguir vencer a permeabilidade seletiva da barreira hemato-glandular (ZIV E SULMAN, 1975) e, conseqüentemente pode ocorrer redução da secreção/concentração do medicamento em matrizes biológicas como, por exemplo, o leite.

Existem diversos exemplos bem sucedidos na literatura de nanoencapsulamento de fármacos, como a gentamicina que foi direcionada para o compartimento celular monocítico fagocitário com o auxílio de nanopartículas de poliácido láctico-co-glicólico para o combate de *Brucella* spp. (LOCAROZ et al., 2007). Esse aminoglicosídeo teve sua concentração aumentada no compartimento intracelular, sendo, portanto, mais efetivo. Em estratégia de direcionamento semelhante, nosso grupo desenvolveu uma nanopartícula capaz de direcionar antimicrobianos para polimorfonucleares (MOSQUEIRA et al. 2011) e, com isso, espera-se incrementar significativamente os índices de cura das mastites causados por *S. aureus* resistentes à fagocitose.

Outro exemplo de direcionamento foi o proposto por Schroeder e colaboradores (2008) para direcionar a metilprednisolona, um anti-inflamatório esteroidal, para regiões inflamadas do corpo de ratos. Vinte e quatro horas após a administração do sistema nanoestruturado, a concentração de anti-inflamatório no local sob avaliação foi o dobro da encontrada nas regiões controle. Tal resultado sugeriu uma potencial redução da dose e do número de aplicações do medicamento.

O efeito protetor do encapsulamento para o fármaco é evidenciado no “rejuvenescimento” de beta-lactâmicos nanoestruturados que, quando expostos às estirpes bacterianas produtoras de beta-lactamases, ficam protegidos da ação dessas enzimas e mantêm seu efeito bactericida (TUROS et al., 2007).

De uma forma geral, muitas são as opções e os benefícios advindos das diferentes abordagens da nanotecnologia para o tratamento das enfermidades animais, sendo, portanto, forte a tendência de sua implementação no curto e médio prazo nos diferentes sistemas produtivos.

A terapia gênica consiste na utilização de sistemas que promovam a inserção de material genético nas células e tecido alvo com o propósito de prevenir ou tratar doenças associadas com alterações genéticas. A técnica se baseia na introdução de uma cópia do alelo normal no local de genes alterados, na deleção de um gene ou a indução da super-expressão de um gene envolvido em uma patologia (LEDLEY, 1995; HESS E DOUGHERTY, 1997). Assim, essa abordagem utiliza genes como medicamentos.

Inicialmente, a terapia gênica surgiu apenas para o tratamento de doenças genéticas monogênicas. Contudo, com o desenvolvimento da biologia molecular surge a possibilidade de uso dessa abordagem no tratamento de doenças adquiridas, mediante a identificação dos genes e tecidos alvos acometidos (STRIBLEY et al., 2012). Os métodos utilizados e as modalidades de transferência gênica para as células *in vitro* ou *in vivo* são variados, destacando-se os métodos virais e não virais.

Os vírus possuem mecanismos naturais de entrega e de inserção de material genético nos genomas celulares, portanto, são extensivamente estudados para fins terapêuticos. Devido a seu ciclo explicativo, os vírus podem internalizar com eficiência DNA exógenos no genoma das células (GIACCA E ZACCHIGNA, 2012). Dentre os vetores virais mais utilizados, estão os adenovírus e retrovírus (LU E MADU, 2010) que têm sido avaliados em modelos experimentais para a terapia de câncer (AI-HENDY et al., 2000), doenças autoimunes (BROBERG et al., 2004), doenças neurodegenerativas (WEINBERG et al., 2012), entre outras. Porém, sua aplicação clínica é prejudicada pela a propriedade dos vírus induzirem respostas tóxicas e imunes (MARTIN E CAPLEN, 2007). Estes organismos podem ainda causar múltiplos eventos de integração no genoma celular, tornando mais prováveis os efeitos indesejados, como a ativação de oncogenes (ZHENG, 2010). Além disso, aspectos de biossegurança devem ser considerados, pois os riscos, ainda que mínimos, podem existir nas estruturas construídas atualmente.

Desde a descoberta dos pequenos RNAs de interferência (RNAi) por Fire et al. (1998), pesquisadores ganhadores do prêmio Nobel em 2006, esses transcritos têm recebido atenção para sua utilização na terapia gênica. Os RNAi podem silenciar a expressão de genes específicos de forma pós-transcricional, uma vez que causam a degradação de sequências de RNAm e, conseqüentemente, impossibilitam a tradução da fita em proteína (TANG et al., 2012). A utilização direcionada desse processo biológico representa uma nova oportunidade para a inibição da expressão gênica *in vitro* e *in vivo* (AKHTAR E BENTER, 2007). Assim, os RNAi podem silenciar genes relacionados à manifestação de doenças.

Trabalhos utilizando RNAi já foram realizados *in vivo* em primatas não humanos no silenciamento de genes relacionados a doenças coronarianas (ZIMMERMANN et al., 2006); e no homem na inibição da replicação viral do HIV (DIGIUSTO et al., 2010). Por sua vez, Yanagihara e colaboradores (2006), demonstraram que o uso de RNAi pode ser eficaz na inibição da atividade de *S. aureus* resistentes a meticilina tanto *in vitro* quanto em modelos de infecção respiratória *in vivo*. O RNAi também se

mostrou positivo na prevenção de infecção pelo vírus da febre aftosa em suínos (CONG et al., 2010). Contudo, o RNAi é uma molécula muito instável, sendo degradada *in vivo* por RNase. Essa característica exige diversos esforços para aumentar a estabilidade do RNAi dentro do organismo. Ainda, para o amplo desenvolvimento desse sistema terapêutico, é necessário um maior entendimento entre os processos de interação entre os RNAi e o material genético dos organismos (GLEBOVA et al., 2012).

Os lipossomos são esferas de membrana sintéticas formadas por bicamada lipídica que podem ser preenchidas com DNA e atuarem como vetores de transfecção. Essas construções demonstraram uso potencial no tratamento de câncer (SERIKAWA et al., 2006), regeneração óssea e neuronal (ONO et al., 2004; OBATA et al., 2010). As vantagens do uso de lipossomos é a facilidade de síntese, boa reprodutibilidade e baixa imunogenicidade. Porém, as células transfectadas apresentam expressão transiente do gene exógeno devido à degradação e/ou perda da estabilidade do inserto (WIVEL E WILSON 1998). Isso ocorre em parte, pela presença de nucleases plasmáticas que promovem a rápida eliminação de DNA exógeno (HOUK et al., 2001) e pela agregação dos lipossomos com proteínas do organismo diminuindo sua eficiência (CHESNOY E HUANG, 2000).

A ampla aplicação da terapia gênica depende do desenvolvimento contínuo de métodos adequados para a entrega dos genes. De fato, o maior obstáculo nesse campo terapêutico envolve a construção de vetores apropriados para a transfecção dos genes/moléculas (NABEL, 1999). Recentemente, com o desenvolvimento da nanotecnologia, surgem infinitas possibilidades de engenhieramento de materiais na escala nanométrica para os mais diferentes objetivos. Os nanomateriais possuem propriedades únicas que os tornam adequados para atuarem como vetores específicos na terapia gênica (SRIKANTH E KESSLER, 2012). Vários trabalhos com enfoque terapêutico destacam o uso da nanotecnologia para a transfecção de DNA e pequenos RNA (LU et al., 2004; KAM et al., 2006; DELOGU et al., 2009; CHEUNG et al., 2010; LADEIRA et al., 2010; DO et al., 2012).

Os nanomateriais podem atingir o interior das células e, desta forma, serem veículos para uma terapêutica de precisão. Por exemplo, os nanotubos de carbono (NTC), uns dos nanomateriais mais estudados, possuem características desejáveis para serem utilizados como vetores de DNA, tais como: grande superfície de contato, estabilidade e flexibilidade (CHEN et al., 2003), além de penetrarem nas células por endocitose ou passarem livremente pela bicamada lipídica em vários tipos de células somáticas (AHMED et al., 2009). Os NTCs podem atingir o núcleo da célula, aumentando a eficiência de transfecção do transgene (CAI et al., 2005). O processo de encapsulamento dos ácidos nucleicos dentro de nanopartículas favorece sua proteção contra degradação por nucleases celulares (CHEUNG et al., 2010). Além disso, a ligação não-covalente de ácidos nucleicos na superfície dos nanotubos aumenta a eficiência da liberação do conteúdo na célula (DELOGU et al., 2009).

Entretanto, a eficiência dos nanomateriais pode ser influenciada pelo o tamanho da nanopartícula e/ou pelo método de funcionalização (AHMED et al., 2009).

Portanto, a dificuldade da maioria dos métodos de transferência gênica está na obtenção de uma eficácia satisfatória. Os ensaios clínicos com terapia gênica tiveram início nos anos 90 e os procedimentos são ainda altamente experimentais. Contudo com os recentes avanços tecnológicos, vislumbra-se o desenvolvimento de eficientes sistemas de entrega gênica, com eficácia terapêutica e pequena ou ausência de toxicidade.

## Conclusão

Em suma, a gestão da variabilidade temporal e espacial e do conjunto de tecnologias e práticas, sejam elas emergentes ou de uso já consagrado, constitui uma oportunidade real de melhorar a eficiência das intervenções em saúde animal. Com isso pode-se promover o bem-estar animal e a segurança sanitária, baixar custos de produção e minimizar os riscos de resíduos de medicamentos em produtos de origem animal.

## Referencias

AHMED, M.; JIANG, X.; DENG, Z.; NARAIN R. Cationic glyco-functionalized single-walled carbon nanotubes as efficient gene delivery vehicles. **Bioconjug Chem.** 20: 2017-2022, 2009.

AKHTAR, S.; BENTER, I.F. Nonviral delivery of synthetic siRNAs in vivo. **J Clin Invest.** 117(12): 3623-3632, 2007.

AI-HENDY, A.; MAGLIOCCO, A.M.; AL-TWEIGERI, T.; BRAILEANU, G.; CREILIN, N.; LI, H.; STRONG, T.; CURIEL, D.; CHEDRESE, J. Ovarian cancer gene therapy: Repeated treatment with thymidine kinase in an adenovirus vector and ganciclovir improves survival in a novel immunocompetent murine model. **Am J Obstet Gynecol.** 182: 553-559, 2000.

ARRANZ, M. J.; KERWIN, R. W. Advances in the pharmacogenetic prediction of antipsychotic response. **Toxicology**, 192: 33-35, 2003.

AZEVEDO, E. S. Farmacogenômica: aspectos éticos. **Gazeta Médica da Bahia**, 74: 145-148, 2004.

BRANDAO, H. M.; VINHOLIS, M. M. B.; MOSQUEIRA, V. C. F.; MATTOSO, L. H. C.; BRITO, M. A. V. P.; RIBEIRO, C.; SOUSA, R. V.; BARBOSA, N. R.; LANGE, C. C. Compositions based on propolis nanocapsules which can be used as carriers for substances of interest, methods for producing same and use thereof. 2012, WO2012054999.

BRANDÃO, H. M.; M, M.; GUIMARAES, A. S.; LANGE, C. C.; BRITO, M. A. V. P.; RIBEIRO, J. B.; GERN, J. C.; CARVALHO, W. A.; SOUZA, G. N.; MENDONÇA, L. C.; SILVA, M. V. G. B. Terapêutica de precisão para animais: uma oportunidade para pecuária produtiva e sustentável. In: FERNANDES, E. N.; MARTINS, C. E.; NOBRE, M. M.; NOVAES, E.; LOPES, F. C. F.; MENDONÇA, L. C.; PEREIRA, L. G. R.; MACHADO, M. A.; TEIXEIRA, S. R.; TALONE, A.; SILVA, F. H.; FIORINI, J. P.; MARTINS, M. C. Anais do XI Congresso Internacional do leite. CD-ROM. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2012. p. 161-177.

CAI, D.; MATARAZA, J.M.; QIN, Z.; HUANG, Z.; HUANG, J.; CHILES, T.C.; CARNAHAN, D.; KEMPA, K.; REN, Z. Highly efficient molecular delivery into mammalian cells using carbon nanotube spearing. **Nature Methods**, 2: 449-454, 2005.

CHEN, R.J.; BANGSARUNTIP, S.; DROUVALAKIS, K.A.; KAM, N.W.S.; SHIM, M.; LI, Y.; KIM, W.; UTZ, P.L.; DAI, H. Noncovalent functionalization of carbon nanotubes for highly specific electronic biosensors. *Proc Nati Acad Sc USA*, 100(9): 4984-4989, 2003.

CHESNOY, S.; HUANG, L. Structure and function of lipid-DNA complexes for gene delivery. **Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.** 29: 27-47, 2000.

CHEUNG, W.; PONTORIERO, F.; TARATULA, O.; CHEN, A.M.; HE, H. DNA and carbon nanotubes as medicine. **Adv Drug Deliv Rev.** 62(6): 633-49, 2010.

CHOWBAY, B.; ZHOU, S.; LEE, E. J. An interethnic comparison of polymorphisms of the genes encoding drug-metabolizing enzymes and drug transporters: experience in Singapore. **Drug Metab Rev.** 37:327-78, 2005.

CONG, W.; JIN, H.; JIANG, C.; YAN, W.; LIU, M.; CHEN, J.; ZUO, X.; ZHENG, Z. Attenuated *Salmonella choleraesuis*-mediated RNAi targeted to conserved regions against foot-and-mouth disease virus in guinea pigs and swine. **Vet Res.** 41(3): 30, 2010.

DELOGU, G.L.; MAGRINI, A.; BERGAMASCHI, A.; ROSATO, N.; DAWSON, I.M.; BOTTINI, N.; BOTTINI, M. Conjugation of antisense oligonucleotides to PEGylated carbon nanotubes enables efficient knockdown of PTPN22 in T lymphocytes. **Bioconjug Chem.** 3: 427-431, 2009.

BROBERG, E.K.; SALMI, A.A.; HUKKANEN, V. IL-4 is the key regulator in herpes simplex virus-based gene therapy of BALB/c experimental autoimmune encephalomyelitis. **Neurosci Lett.** 364 (3): 173-178, 2004.



---

DELOGU, G.L.; MAGRINI, A.; BERGAMASCHI, A.; ROSATO, N.; DAWSON, I.M.; BOTTINI, N.; BOTTINI, M. Conjugation of antisense oligonucleotides to PEGylated carbon nanotubes enables efficient knockdown of PTPN22 in T lymphocytes. **Bioconjug Chem.** 3: 427-431, 2009.

DIGIUSTO, D.L.; KRISHNAN, A.; LI, L.; LI, H. RNA-based gene therapy for HIV with lentiviral vector-modified CD34(+) cells in patients undergoing transplantation for AIDS-related lymphoma. **Sci.Transl. Med.** 2: 36-43, 2010.

DO, T.N.; LEE, W.H.; LOO, C.Y.; ZAVGORODNIY, A.V.; ROHANIZADEH, R. Hydroxyapatite nanoparticles as vectors for **gene** delivery. **Ther Deliv.** (5): 623-32, 2012.

FIRE, A.; XU, S.; MONTGOMERY, M.K.; KOSTAS, S.A.; DRIVER, S.E.; MELLO, C.C. Potent and specific genetic interference by double-stranded RNA in *Caenorhabditis elegans*. *Nature*, 391:806-811, 1998.

GLEBOVA, K.V.; MARAKHONOV, A.V.; BARANOVA, A.V.; SKOBLOV, M.I.U. Therapeutic siRNAs and non-viral systems for their delivery. **Mol Biol (Mosk)**, 46(3): 371-86, 2012.

GIACCA, M.; ZACCHIGNA, S. Virus-mediated **gene** delivery for human **gene therapy**. **Journal Control Release.** 161(2): 377-388, 2012.

HESS, P.; DOUGHERTY, G.J. Gene Therapy Monitoring: Clinical Monitoring for Efficacy and Potential Toxicity. **Mol Diagn.** (2): 147-155, 1997.

HOUK, B.E.; MARTIN, R.; HOCHHAUS, C.; HUGHES, J.A. Pharmacokinetics of plasmid DNA in the rat. **Pharm Res.** 18: 67-74, 2001.

HUGHES, J. E. Genomic technologies in drug discovery and development. **Drug discovery today**, 4: 6, 1999.

KAM, S.W.N.; LIU, Z.; DAI, H. Carbon nanotubes as intracellular trans-

porters for proteins and DNA: an investigation of the uptake mechanism and pathway. **Angew Chem Int Ed Engl.** 45: 577-581, 2006.

KEEFE, G. P. Streptococcus agalactiae mastitis: a review. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 38, n. 7, p. 429-437, 1997.

KIM, J. S.; KUK, E.; YU, K. N.; KIM, J.; PARK, S.; LEE, H. J.; KIM, S. H.; PARK, Y. H.; CHO, M. Antimicrobial effects of silver nanoparticles. **Nanomedicine: Nanotechnology, Biology, and Medicine**, 3: 95-101, 2007.

LADEIRA, M.S.; ANDRADE, V.A.; GOMES, E.R.M.; AGUIAR, C.J.; MORAES, E.R.; SOARES, J.S.; SILVA, E.E.; LACERDA, R.G.; LADEIRA, L.O.; JORIO, A.; LIMA, P.; LEITE, M.F.; RESENDE, R.R.; GUATIMOSIM, S. Highly efficient siRNA delivery system into human and murine cells using single-wall carbon nanotubes. **Nanotechnology**. 21: 385101, 2010.

LEDLEY, F.D. Nonviral gene therapy: the promise of genes as pharmaceutical products. **Hum Gene Ther.** 6:1129-1144, 1995.

LOCAROZ, M.C.; BLANCO-PRIETO, M.J.; CAMPANERO, M.A.; SALMAN, H.; GAMAZO, C. Poly(D,L-lactide-co-glycolide) particles containing gentamicin: pharmacokinetics and pharmacodynamics in Brucella melitensis-infected mice. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**. 51:1185-90, 2007.

LU, Y.; MADU, C.O. Viral-based gene delivery and regulated gene expression for targeted cancer therapy, **Expert Opin. Drug Deliv.** 7: 19-35, 2010.

LU, Q.; MOORE, J. M.; HUANG, G.; MOUNT, A. S.; RAO, A. M.; LARCOM, L. L.; KE, P, C. RNA polymer translocation with single-walled carbon nanotubes. **Nano Letters**. 4 (12): 2473-2477, 2004.

MARSH, S.; VAN BOOVEN, D. J. The increasing complexity of mercaptopurine pharmacogenomics. **Clin Pharmacol Ther.** 85:139-141, 2009.

---

MARTIN, S. E.; CAPLEN, N. J. Applications of RNA interference in mammalian systems. *Annu Rev Genomics Hum Genet.* 8:81-108, 2007.

METZGER, I. F.; SOUZA-COSTA, D. C.; TANUS-SANTOS, J. E. Farmacogenética: princípios, aplicações e perspectivas. Ribeirão Preto. 39: 515-21, 2006.

MOSQUEIRA, V. C. F.; Araujo R. S.; BRANDAO, H. M. Nanoparticulate composition containing antimicrobials for intramammary animal administration, 2011, WO 2011150481.

NABEL, G. J. Development of optimized vectors for gene therapy. **Proc Natl Acad Sci USA.** 96:324–326, 1999.

NOWACK, B.; KRUG, H. F.; HEIGHT, M. 120 years of nanosilver history: implications for policy makers. **Environmental Science & technology.** 45,1177-1183, 2011.

OBATA, Y.; CIOFANI, G.; RAFFA, V.; CUSCHIERI, A.; MENCIASSI, A.; DARIO, P.; TAKEOKA, S. Evaluation of cationic liposomes composed of an amino acid-based lipid for neuronal transfection. **Nanomedicine.** 6 (1): 70-77, 2010.

OEDC-FAO. Agricultural outlook 2010-2019 highlights, acessado em: 28/10/2012 <[https://www.fao.org.br/download/OECDFAO\\_AgriculturalOutlook20102019.pdf](https://www.fao.org.br/download/OECDFAO_AgriculturalOutlook20102019.pdf)>.

ONO, I.; YAMASHITA, T.; JIN, H.; ITO, Y.; HAMADA, H.; AKASAKA, Y.; NAKASU, M.; OGAWA, T.; JIMBOW, K. Combination of porous hydroxyapatite and cationic liposomes as a vector for BMP-2 gene therapy. **Biomaterials.** 25 (19): 4709-4718, 2004.

PIRAZZOLI, A.; RECCHIA, G. Pharmacogenetics and pharmacogenomics: are they still promising? **Pharmacological Research.** 49: 357-361, 2004.

ROY, A. S.; PARVEEN, A.; KOPPALKAR, A. R.; PRASAD, M. Effect of

---

nano-titanium dioxide with different antibiotics against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. **Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology**, 1: 37-41, 2010.

SCHROEDER, A.; SIGAL, A.; TURJEMAN, K.; BARENHOLZ, Y. Using PEGylated nano-liposomes to target tissue invaded by a foreign body. **Journal of Drug Targeting**, 16: 591-595, 2008.

SRIKANTH, M.; KESSLER, J. A. Nanotechnology-novel therapeutics for CNS disorders. **Nat Rev Neurol**. 8(6): 307-318, 2012.

STRIBLEY, J. M.; REHMAN, K. S.; NIU, H.; CHRISTMAN, G. M. Gene therapy and reproductive medicine. **Fertil Steril**. 77 (4): 645-657, 2002.

SERIKAWA, T.; KIKUCHI, A.; SUGAYA, S.; SUZUKI, N.; KIKUCHI, H.; TANAKA, K. In vitro and in vivo evaluation of novel cationic liposomes utilized for cancer gene therapy. **J Control Release**. 113: 255-260, 2006.

TANG, D.; ZHU, H.; WU, J.; CHEN, H.; ZHANG, Y.; ZHAO, X.; CHEN, X.; DU, W.; WANG, D.; LIN, X. Silencing myostatin gene by RNAi in sheep embryos. **J Biotechnol**. 158 (3): 69-74, 2012.

THORISSON, G. A.; STEIN, L. D. The SNP Consortium website: past, present and future. **Nucleic Acids Res.**, 31:124-7, 2003.

TUROS, E.; REDDY, G. S. K.; GREENHALGH, K.; ABEYLATH, P. R. A.; JANG, S.; DICKEY, S.; LIMC, D. V. Penicillin-bound polyacrylate nanoparticles: Restoring the activity of b-lactam antibiotics against MRSA. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, 17: 3468-3472, 2007.

ZHENG, Z. Viral Oncogenes, Noncoding RNAs, and RNA Splicing in Human Tumor Viruses. **Int J Biol Sci**. 6(7): 730-755, 2010.

ZIMMER, A.; MUTSCHELER, E.; LAMBRECHT, G.; MAYER, D.; KREUTER, J. Pharmacokinetic and pharmacodynamic aspects of an ophthalmic pilocarpine nanoparticle-delivery-system. **Pharm. Res**. 11:1435-42, 1994.

---

ZIMMERMANN, T. S. RNAi-mediated gene silencing in non-human primates. **Nature**. 441:111–114, 2006.

Ziv G, Sulman FG, Absorption of antibiotics by the bovine udder, **Journal of Dairy Science**. 58: 1637-1644, 1975.

YANAGIHARA, K.; TASHIRO, M.; FUKUDA, Y.; OHNO, H.; HIGASHIYAMA, Y.; MIYAZAKI, Y.; HIRAKATA, Y.; TOMONO, K.; MIZUTA, Y.; TSUKAMOTO, K.; KOHNO, S. Effects of short interfering RNA against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* coagulase in vitro and in vivo. **J. Antimicrob. Chemother**. 57 (1): 122-126, 2006.

WEINBERG, M. S.; SAMULSKI, R. J.; MCCOWN, T. J. Adeno-associated **virus (AAV) gene therapy** for neurological disease. *Neuropharm*. 2012. In Press

WEINSHILBOUM, R. Inheritance and drug response. **N Engl J Med**. 348:529-37, 2003.

WIVEL, N. A.; WILSON, J. M. Methods of gene delivery. **Hematol Oncol Clin North Am**. 12:483–501, 1998.

# CAPÍTULO 15

## Novos produtos para a indústria de laticínios

*Neila Silvia Pereira dos Santos Richards*

Um fator imprescindível para um estado de saúde adequado em todas as etapas da vida é atenção dada aos alimentos consumidos. Desde o feto até o adulto é necessário obter acesso a uma correta alimentação desde o ponto de vista qualitativo e quantitativo.

A indústria de produtos lácteos é uma das mais antigas e tradicionais no mundo, já que a maior parte de seus produtos, como queijos, cremes, iogurtes, leite fermentados, manteiga, entre outros, tem sido produzidos da mesma maneira há séculos. Com o decorrer dos tempos, os consumidores estabeleceram o sabor e as características de cada um dos produtos lácteos em todo o mundo, entretanto, desde finais do século XX, o consumidor espera e anseia por produtos lácteos produzidos com conceitos diferenciados.

Ultimamente, os problemas de saúde em nível mundial, principalmente a obesidade, exigem que seja indispensável a aquisição de bons hábitos alimentares desde a primeira infância, compreendendo e incorporando os benefícios de uma alimentação completa e balanceada ao longo de toda a vida. Um aporte adequado de nutrientes e energia nas primeiras etapas da vida de uma criança contribuirá para alcançar seu correto crescimento e desenvolvimento e, também, permitirá a tendência de adultos mais saudáveis.

As pesquisas e avanços da ciência têm fornecido evidências dos benefícios dos alimentos e de seus componentes individuais. A indústria de

alimentos deve, no entanto, ser responsável pelos produtos produzidos, a fim de fornecer à sociedade algumas alternativas para o consumo de produtos profícuos e que contribuam para a prevenção de doenças cardíacas, obesidade e diabetes.

Segundo os prognósticos e informes da FAO, espera-se que, em 2050, a população mundial chegue a quase 9,5 bilhões de pessoas, crescendo a um ritmo anual de 0,33% ao ano, considerado inferior a taxa atual de 2,02%. A previsão é que a maior parte deste crescimento estará concentrada nos países em desenvolvimento, dos quais 70% na zona urbana.

Um dos nutrientes essenciais, necessário para alimentar a população são as proteínas de origem animal, considerada um nutriente de alto valor biológico para a vida humana devido ao excelente conteúdo em aminoácidos essenciais. Entre essas proteínas animais a proteína láctea se destaca por possuir boa biodisponibilidade para o organismo humano e, cada vez mais, os estudos científicos demonstram os benefícios produzidos na saúde das pessoas. Da mesma maneira que as proteínas, outros nutrientes funcionais presente nos lácteos tem sido objeto de estudo e vem demonstrando cientificamente que proporcionam benefícios muito importantes para a saúde de pessoas de todas as idades.

Leite e produtos lácteos fornecem todos os nutrientes necessários para uma vida saudável. Para os neonatos, o colostro produzido pela mãe durante as primeiras horas pós-parto é a única fonte de todos os nutrientes e a proteção necessária contra infecções microbianas, uma vez que o leite materno possui imunoglobulinas que auxiliarão na imunidade do bebê. Os bebês quando amamentados com o leite materno obtêm alimento por vários meses e também benefícios adicionais das bactérias presentes em seu trato gastrointestinal, principalmente, as bifidobactérias.

Para os adultos, leite e produtos lácteos são consumidos por suas qualidades sensoriais, valor nutritivo e seus muitos componentes bioativos.

Embora as reações adversas a alguns dos componentes do leite e seus derivados, como o açúcar e a proteína, são experimentadas por uma

pequena parte da população, isso não os torna produtos não saudáveis e que devam ser evitados pela população em geral. Os benefícios do consumo de produtos lácteos superam qualquer risco negativo para a saúde do consumidor. Os compostos bioativos derivados das proteínas (peptídeos bioativos) desempenham um papel importante na melhoria da saúde humana, mostrando propriedades antioxidantes como, por exemplo, na redução do colesterol e da pressão arterial, atividades anticarcinogênica, anti-inflamatória, imunomoduladoras, antimicrobianas e propriedades cicatrizantes. Podem, ainda, fornecer proteção ao esmalte dos dentes, protegendo-os contra a erosão ácida. Os benefícios da gordura do leite não devem ser subestimados, especialmente com relação ao ácido linoléico conjugado (CLA) e as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K). Além de outros oligossacarídeos menores, minerais essenciais, tais como: cálcio, magnésio, fósforo; vitaminas hidrossolúveis como a B<sub>12</sub>, riboflavina e C.

A indústria tem se preocupado em fornecer ao consumidor uma variedade de produtos diferenciados, abrangendo leites e produtos lácteos com baixo teor de gordura, baixo teor de lactose ou isentos de lactose para consumidores com intolerância à lactose, bem como formulações de leite hipoalergênicas para crianças.

Apesar de que o sinônimo de uma vida saudável seja o de fornecer ao corpo os nutrientes necessários, deve-se ressaltar que muitos outros fatores devem ser considerados, tais como a prevalência de sedentarismo, o estilo de vida, o tabagismo e a genética.

O uso de produtos lácteos em esportes e exercícios (antes ou depois) tem se tornado popular entre os atletas, especialmente as proteínas de soro de leite, como a albumina e o colostro em alguns países. No entanto, mais pesquisas precisam ser realizadas para apresentar evidências para dirimir qualquer dúvida sobre o consumo de leite e produtos lácteos e sua ligação com problemas de saúde como, por exemplo, doenças coronarianas. Pelo contrário, todos, crianças, idosos, mulheres e atletas, podem se beneficiar dos nutrientes e compostos bioativos fornecidos pelo leite e seus derivados.



A importância de produtos lácteos como parte de uma dieta diária saudável tem sido salientada por muitos governos e outros organismos científicos, não só pelo seu valor econômico, mas também pela sua importância nutricional.

Além de seus benefícios de saúde, produtos lácteos são reconhecidos economicamente como uma *commodity* agrícola e um promotor (*driver*) essencial no comércio, especialmente em países industrializados. A indústria de laticínios é um importante setor dentro da indústria de alimentos, dinâmica e com a produção bruta elevada. Embora o número de pequenas propriedades independentes na maioria dos países desenvolvidos está em declínio contínuo devido à pressão econômica e regulamentos internacionais, as cooperativas leiteiras e fazendas maiores estão crescendo cada vez mais e são capazes de reduzir o custo total de produção da unidade e prosperar em um mercado exigente e competitivo.

A indústria de lácteos, incluindo os produtores primários, tem-se mantido na linha de frente da inovação e diversificação com ênfase no progresso contínuo que incluem a criação de animais, qualidade das rações, novas tecnologias e investimentos em pesquisa e desenvolvimento. O processamento de alimentos está gradualmente se movimentando em uma nova direção, incorporando tecnologias de outras especialidades como, por exemplo, a física e, ao mesmo tempo, levando em consideração as preocupações dos consumidores sobre segurança alimentar, qualidade e atributos sensoriais.

O desenvolvimento de novos produtos, como lácteos de rápido consumo e de conveniência são o novo *gap* do mercado, sendo o maior desafio a necessidade clara de otimizar recursos naturais visando a redução dos requisitos de energia e a preservação do meio ambiente. Essa conjuntura tem forçado a comunidade científica e as indústrias a avançar nos campos multidisciplinares de tecnologia emergentes (alternativas). Conseqüentemente, o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado e as diferentes variedades de produtos lácteos também tem experimentado uma tendência crescente de aumento, especialmente os produtos funcionais que podem melhorar a saúde humana, o bem-estar em geral e satisfazer a demanda dos consumidores.

Um novo produto é definido como um alimento ou ingrediente alimentar que não tem uma história significativa de consumo no país, produto recém-desenvolvido ou alimento inovador produzido usando novas tecnologias e/ou processo de produção. Dentre as novas tecnologias estão a biotecnologia, a fortificação voluntária, a alta pressão, o campo elétrico pulsado, a irradiação, o tratamento ôhmico, a luz ultravioleta, o micro-onhas a vácuo e a nanotecnologia, todas impulsionadas pelas necessidades dos consumidores por alimentos de conveniência, frescos, seguros, mais naturais e com menos aditivos e conservantes. No entanto, novos produtos enfrentam diferentes níveis de aceitação por parte do consumidor ao longo do tempo, dependendo do país, poder de compra e *marketing*.

Geralmente, os consumidores consideram que os alimentos tradicionais (consumidos por milhares de anos) são seguros e, quando novos alimentos são desenvolvidos, são recebidos com certa reticência, especialmente por pessoas mais radicais, que suspeitam destas inovações. O desenvolvimento bem sucedido de um novo produto voltado ao consumidor assemelha-se à tarefa de atingir um alvo em movimento, ou seja, a meta para produzir o alimento que será percebido positivamente pelo consumidor é um processo complexo, pois não só as características do consumidor e do alimento são importantes, mas, também as variáveis relacionadas com o contexto em que o alimento será consumido como, por exemplo, tempo e lugar e, variáveis ambientais, como a família e as características sociais. Conhecer, no desenvolvimento, as necessidades do consumidor é uma obrigação da indústria para sua permanência no mercado e, nesse processo, as empresas devem levar em consideração as mudanças sociais, tais como a individualização, globalização e extensão do conceito de qualidade e, ao mesmo tempo, manter o controle de possíveis novas tecnologias que oferecerão oportunidades para sua gama de produtos.

No desenvolvimento de produtos alguns critérios são considerados para a determinação da probabilidade de aceitação, como: compatibilidade – grau ao qual um produto é consistente com os valores atuais dos consumidores, cognição e comportamento; vantagem relativa – grau ao qual um item tem sustentabilidade, competitividade, vantagem diferencial sobre

outros produtos; avaliação – o grau ao qual o produto pode ser testado em um local limitado ou dividido em pequenas quantidades para uma experimentação com custos menores; observação – grau ao qual um produto ou seus efeitos podem ser detectados por outros consumidores; velocidade – o quão rápido os benefícios do produto são relatados pelo consumidor; simplicidade – grau em que um produto é fácil para o consumidor entender e usar; risco percebido – se a percepção de risco para o novo produto é baixa, mais provável ser aceito; simbolismo do produto – o que o produto significa para o consumidor (exemplos: produtos Kosher, Halal); inovações estéticas e hedonistas – apelo para a necessidade sensorial e da busca do prazer.

A não observação de alguns critérios pode provocar uma resposta negativa por parte dos consumidores, especialmente na ausência de uma adequada comunicação sobre os esforços de avaliação do risco e do custo-benefício. Da percepção dos riscos e custos-benefícios depende a aceitação de um novo produto e/ou nova tecnologia, incluindo o impacto da tecnologia sensorial, conveniência e valor nutritivo, a segurança percebida no processamento e o efeito da tecnologia sobre o meio ambiente. A aceitação do produto é influenciada pela credibilidade percebida dos dados, o rigor da política de regulamentação, a ação imparcial dos reguladores e a demonstração de responsabilidade da indústria.

Para a indústria os principais determinantes e tendências na escolha de novos alimentos são:

- **Características do consumidor:** demográficas (idade, educação, renda, gênero); psicografia (posição moral, valores, atitudes, crenças); fatores econômicos (preço, renda); fatores fisiológicos (metabolismo, alergias, estado de saúde, etc.).
- **Características de novos alimentos:** característica do produto (valor nutricional, qualidade, gosto, aroma); percepção de natural; percepção de benefícios; percepção de riscos; percepção de custos; sistema de produção, percepção de incertezas.
- **Características do contexto:** acessibilidade - conveniência; momento de consumo, situação de uso; tempo, lugar, percepção do controle comportamental.

- **Características do ambiente:** ambiente familiar (tamanho, ciclo de vida); cultura (sociedade e razões históricas); religião, normas sociais, normas subjetivas.

A estreita cooperação entre as empresas e os envolvidos na área, sejam eles tecnólogos, engenheiros, nutricionistas, farmacêuticos, etc., é imperativa para que o desenvolvimento do produto seja bem sucedido.

As novas tecnologias que tratam com sucesso problemas técnicos podem enfrentar barreiras na comercialização e aceitação pelo consumidor. O sucesso de um produto novo é alcançado quando as empresas atendem a necessidade do consumidor e respondem às suas preocupações, oferecendo benefícios tangíveis. Informações factuais sobre novas tecnologias, exposição e declarações claras e de fonte confiável sobre a segurança e os benefícios do produto podem melhorar seu apelo sensorial e aumentar a probabilidade de aceitação pelo consumidor. Confiança na indústria é, portanto, um fator importante na aceitação de novos produtos.

Os consumidores estão ávidos em receber informações sobre novos produtos, porém, podem ser confundidos por causa das várias fontes, qualidade e conteúdo da informação, principalmente a que circula pela mídia eletrônica. A mídia eletrônica freqüentemente não fornece informações suficientes ou estas são conflitantes, levando o consumidor ao erro ao adquirir ou consumir algum produto com poucas informações. Uma maneira de evitar a confusão por parte dos consumidores é através de programas educacionais e explicações de órgãos competentes e confiáveis como os órgãos fiscalizadores. Confiando na fonte de informação os consumidores terão uma compreensão mais precisa e, em circunstâncias adequadas, o aumento da aceitação de novas abordagens tecnológicas. A aceitação de uma nova tecnologia é altamente dependente da informação prestada ao consumidor, uma vez percebidos os benefícios diretos do uso da tecnologia, a aceitação pode ser aumentada. Atributos de alimentos, como sabor, microbiologia segura, ausência de pesticidas e aditivos e vida útil prolongada, formam parte das demandas e expectativas dos consumidores.

Os benefícios das novas tecnologias aplicadas na criação de novos alimentos serão aceitos apenas se os consumidores e as indústrias de alimentos as considerarem seguras e benéficas.

## Considerações finais

O processamento de alimentos vem se tornando mais sofisticado e diversificado em resposta à crescente demanda por alimentos de qualidade, redução do consumo de energia, diminuição do uso de recursos hídricos e proteção do meio ambiente. Os consumidores de hoje esperam que os produtos, de maneira geral, forneçam, entre outras coisas, comodidade, variedade, vida de prateleira extensa, conteúdo calórico adequado, custo razoável e sustentabilidade ambiental. Estratégias para atender tais demandas incluem modificação de técnicas de processamento de alimentos existentes e a adoção de novas tecnologias de processamento. A inovação é um fator chave para o avanço econômico, social e ecológico da indústria de alimentos, embora as forças do mercado de investigação e desenvolvimento obriguem a otimização de produtos novos ou melhorados, avançando as fronteiras da ciência dos alimentos e promovendo a aplicação de novas tecnologias de processamento e embalagem.

O desafio é árduo, porém as chances de sucesso podem ser melhoradas significativamente através do conhecimento básico que cobre um amplo espectro de etapas anteriores à comercialização de novos produtos e tecnologias. Ao mesmo tempo, os consumidores de todo o mundo estão aprendendo mais sobre os produtos alimentares e a indústria de alimentos está mais susceptível e as agências de regulamentação cada vez mais rigorosas. Portanto, a fim de satisfazer a procura de produtos lácteos de qualidade, cada parte envolvida (indústria, órgão fiscalizador e consumidor) deve compreender os princípios básicos por trás de processamento de alimentos, bem como reconhecer novas oportunidades e considerar que o trabalho em equipe trará opções para explorar novos produtos, fazendo com que a indústria de laticínios se torne mais diversificada, competitiva e eficiente. A ciência tem capacidade de desenvolver alimentos mais seguros, mais convenientes e mais saudáveis utilizando tecnologias mais “amigas” do ambiente, porém é essencial que a indústria assuma

esta tecnologia e forneça aos consumidores produtos diferenciados e informações confiáveis, pois mesmo a inovação e o sucesso comercial não são garantia de longevidade industrial.

## Referencias

AHMED, J. et al. **Novel food processing**. New York: CRC Press. 2010. 512p.

APAIAH, R.K.; HENDRIX, E.M.T. Design of a supply chain network for pea-based novel protein foods. **Journal of Food Engineering**. v.70, p.383-391, 2005.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; TAPIA, M.S.; CANO, M.P. **Novel Food Processing Technologies**. New York: CRC Press. 2005. 682p.

CARDELLO, A.V. Consumer concerns and expectations about novel food technologies: effects on product liking. **Appetite**. v.40, p.217-233, 2003.

CHANDAN, R.; KILARA, A. **Dairy ingredients for food processing**. Iowa: Blackwell Publishing Ltd. 2011. 606p.

CHARETTE, P.; HOOKER, N.H.; STANTON, J.L. Framing and naming: A process to define a novel food category. **Food Quality and Preference**. v.40, p.147-151, 2015

COX, D.N.; EVANS, G.; LEASE, H.J. The influence of product attributes, consumer attitudes and characteristics on the acceptance of: (1) Novel bread and milk, and dietary supplements and (2) fish and novel meats as dietary vehicles of long chain omega 3 fatty acids. **Food Quality and Preference**. v.22, p.205-212, 2011.

DOONA, C.J.; KUSTIN, K.; FEEHERRY, F.E. **Case studies in novel food processing technologies**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. 2010, 559p.

---

EDWARDS, G. Safety assessment of novel foods and strategies to determine their safety in use. **Toxicology and Applied Pharmacology**. v.207, p.S623-S627, 2005.

HENG, L. et al. Protein-flavour interactions in relation to development of novel protein foods. **Trends in Food Science & Technology**. v.15, p. 217-224. 2004.

HEPBURN, P. et al. The application of post-market monitoring to novel foods. **Food and Chemical Toxicology**. v.46, p.9-33, 2008.

McELHATTON, A.; SOBRAL, P.J.A. **Novel Technologies in Food Science**. New York: Springer. 2012. 442p.

TAN, B.K.H.; BAY, B.H.; ZHU, Y.Z. **Novel compounds from natural products in the new millennium**. Danvers: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. 2004. 346p.

TOKUSOGLU, Ö.; SWANSON, B.G. **Improving food quality with novel food processing technologies**. New York: CRC Press. 2015. 484p.

VAN PUTTEN et al. Novel foods and food allergies: A review of the issues. **Trends in Food Science & Technology**. v.17, p.289-299, 2006.

## CAPÍTULO 16

### **A sustentabilidade da bovinocultura de leite: a perspectiva do sistema de proteção ambiental**

*Arno Leandro Kayser*

Sustentabilidade é um termo que está na ordem do dia. Este conceito oriundo da área econômica a partir de 1992, com o reconhecimento definitivo da temática ambiental pela agenda oficial dos governos, adquiriu uma conotação mais ampla. A partir desta data ele passou a ser um norte para atividades produtivas e perseguido por todos promotores do desenvolvimento. O tripé meio ambiente, desenvolvimento econômico e justiça social passou a ser a referência tanto para a agenda política oficial como para todos os agentes econômicos e as organizações sociais interessadas nos desafios da contemporaneidade.

Todas as atividades produtivas tiveram que repensar suas estratégias e propósitos a partir da entrada em cena deste novo paradigma. A preocupação com a sustentabilidade busca um desenvolvimento capaz de harmonizar as necessidades básicas da população com a atividade econômica sem descuidar da promoção social de todos os atores envolvidos. Além das populações presentes ele também incorpora a preocupação com as gerações futuras que entram nesta equação com o objetivo de que também tenham direito aos benefícios do desenvolvimento atual e que as condições para a sua reprodução mantenham-se no futuro em patamares, no mínimo, semelhantes aos atuais.

Numa perspectiva ainda mais radical podemos pensar num desenvolvimento ecologicamente sustentável. Em outras palavras que além de considerar as necessidades humanas devemos incluir nos objetivos do desenvolvimento as necessidades vitais das atuais e futuras gerações



de todas as criaturas selvagens e domésticas. Também elas têm direito a uma vida com sustentabilidade. Não só por conta de um imperativo ético, mas também porque, à luz do conhecimento científico atual sabemos que a perpetuação das condições de satisfação das necessidades humanas depende de toda uma cadeia vital que articula e conecta todas as formas de vida no nosso planeta.

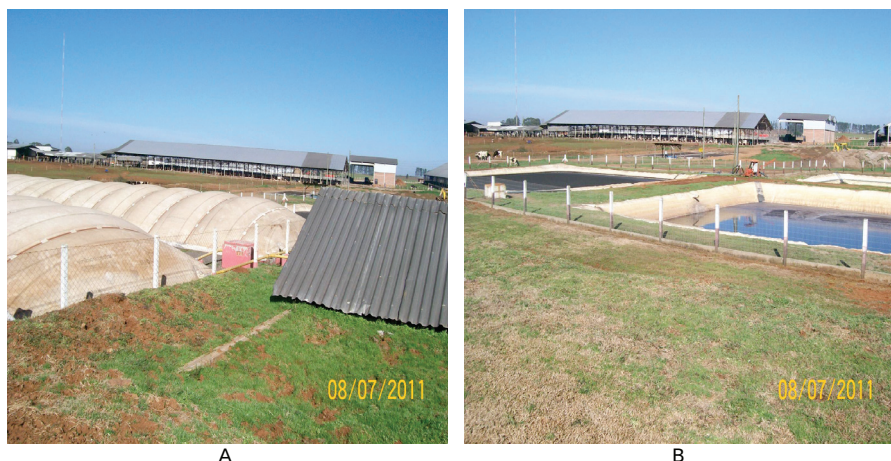
Esta é a perspectiva mais cara a quem opera dentro do Sistema de Proteção Ambiental. Entendemos que também a cadeia produtiva do leite deva defender este fundamento. Uma atividade que mobiliza milhões de pessoas em todo o país, a maior parte de base produtiva familiar, certamente é capaz de compreender estes princípios e perspectivas. Parece-nos natural que a cadeia se preocupe cada vez mais em garantir as bases ecológicas sob as quais ela se sustenta para permanecer economicamente rentável e capaz de distribuir riqueza e promover justiça social. Para alcançar este objetivo vários aspectos devem ser observados. Entre eles o licenciamento ambiental da produção.

Como todas as atividades potencialmente poluidoras a criação de animais deve passar por processos de regularização ambiental. É o que preconiza a Legislação Federal. Esta regularização sofre modulações conforme o grau de concentração dos animais.

O certo é que a criação deve dar-se de tal forma que os seus dejetos não poluam as águas e o ar. A destinação destes deve necessariamente destinar-se ao uso como adubo agrícola após a devida estabilização em sistemas de tratamento. Além de fertilizante esta estabilização pode compreender a geração de gás de energia (Figuras 1A e 1B).

Os cadáveres eventuais devem ser manejados de tal forma que não propaguem enfermidades, produzam vetores ou desconforto as comunidades próximas.

As instalações devem ser localizadas de modo a não trazer incômodos aos vizinhos e as zonas urbanas e também devem respeitar as áreas de preservação permanente e os recursos hídricos.



**Figura 1.** Tratamento de bovinos por meio de Biodigestores – A e Lagoas de decantação – B.

**Fonte:** Arno Leandro Kayser

A produção de forragem e ração deve ser a mais natural possível e de preferência produzida na própria granja para diminuir o consumo de energia fóssil no transporte.

A atividade deve se harmonizar com os ecossistemas naturais permitindo a reprodução dos ciclos de vida das demais espécies do meio próximo. Ela não pode ser fator de destruição de paisagens naturais ameaçadas e respeitar as unidades de conservação de espécies ameaçadas.

A conservação do solo agrícola também deve estar presente no planejamento de suas práticas observando o uso de acordo com a capacidade de campo destes.

Para atingir tais fins a cadeia produtiva do leite deve passar por processos licenciatórios adequados às suas características. No Rio Grande do Sul esta regularização se dá tanto na escala estadual como municipal de acordo com o porte dos empreendimentos.

As criações extensivas são consideradas isentas de licenciamento estadual desde que cumpram preceitos previstos na legislação ambiental. Já as criações confinadas passam por um licenciamento ordinário nos ter-

mos da lei haja vista seu maior potencial poluidor devido à concentração de animais num pequeno território.

Em ambos os casos a gestão do Sistema de Proteção Ambiental se dá por processos administrativos próprios referenciados em Critérios de Licenciamento disponíveis na página da Fepam. Neles procura-se observar todos os preceitos de uma produção sustentável.

Felizmente cada vez mais os produtores e técnicos envolvidos têm compreendido que a adequação ambiental da produção leiteira não é um mero obstáculo burocrático, mas uma parte integrante do compromisso do segmento como o desenvolvimento sustentável. A adequação e integração ambiental da produção é a única perspectiva real do setor de se manter no tempo e no espaço como atividade capaz de promover qualidade de vida tanto para quem produz leite como para os consumidores de todos os seus derivados. Do mesmo modo as plantas de beneficiamento do leite deve seguir o mesmo caminho.

Afinal um alimento tão nobre e tão identificado com a alimentação da humanidade na primeira infância não pode mais ser produzido fora da perspectiva de sustentabilidade ser quiser continuar vinculado no imaginário de todos nós como sinônimo de saúde e bem estar e ponte de conexão material e emocional entre gerações.

## CAPÍTULO 17

### **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para produção pecuária leiteira sustentável em áreas declivosas**

*Marcelo Dias Müller, Carlos Eugênio Martins, Alexandre Magno Brighenti, Mirton José Frota Morenz, Wadson Sebastião Duarte da Rocha, Fausto de Souza Sobrinho, Leonardo Henrique Ferreira Calsavara, Paulino José Melo Andrade, Andréia Ferreira Machado*

#### **Introdução**

A agricultura familiar no Brasil constitui um setor de relevante importância social e econômica para o país na medida em que representa uma parcela significativa da produção agrícola nacional com a produção de 60% dos alimentos consumidos pelos brasileiros, além de empregar 74,4% da mão de obra na atividade rural. Representa ainda 56,4% do Valor Bruto da Produção Brasileira, ocupando apenas 24,3% da área cultivada, apesar de contemplar 84,4% dos estabelecimentos rurais do Brasil. Na atividade leiteira a agricultura familiar é responsável por 58% da produção nacional (KRUG, 2013). Apesar disso, é um setor que apresenta uma série de fragilidades, com um grande contingente de pessoas vivendo em condições sociais e de produção extremamente heterogêneas.

Por outro lado, a preocupação com os impactos ambientais negativos decorrentes de atividades agropecuárias e florestais, tem ocupado lugar cada vez maior na agenda de cientistas, técnicos, gestores públicos e da sociedade em geral. No caso de áreas montanhosas, característica da Região Sudeste do Brasil, a situação é ainda mais preocupante em função da maior susceptibilidade às perdas de solo e água. O uso de práticas agrícolas inadequadas é apontado como uma das principais causas da degradação das áreas cultivadas (SOUZA et al., 2012). Além disso, existe uma tendência mundial de crescente demanda por alimentos, fibras, madeira e biocombustíveis, o que aponta para a necessidade de expansão da fronteira agrícola, pressionando a incorporação de áreas de

preservação ao processo produtivo, visando à manutenção ou aumento da produção de alimentos no país.

Apesar da importância das pastagens para os sistemas de produção de leite no Brasil, estas, normalmente, ocupam as piores áreas quando comparadas às áreas ocupadas pela agricultura. Os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial para a produção de biocombustíveis, fibras, resinas e açúcar. Dados obtidos de trabalhos de pesquisa de campo realizados nos estados de Goiás e Minas Gerais revelam que a maioria dos produtores não considera a pastagem como cultura (BRESSAN et. al, 1996).

Com isso, mais de dois terços dos 130 milhões de hectares de pastagens encontra-se em algum estágio de degradação. A degradação de pastagens é o processo evolutivo da perda de vigor, de produtividade, da capacidade de recuperação natural das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos pelos animais (DIAS-FILHO, 2011). Esse modelo extrativista explica, pelo menos em parte, os baixos índices zootécnicos e as baixas produtividades observadas.

Em um estágio de degradação avançado, podem ocorrer danos consideráveis aos recursos naturais. Dentre eles, destacam-se as alterações na estrutura do solo, causadas pela compactação, que acarretará diminuição das taxas de infiltração de água no solo. Isso, por sua vez, aumenta as taxas de escoamento superficial, causando erosão e assoreamento de nascentes, rios e lagos. Tudo isso resultará no aumento dos custos com alimentação do rebanho. Uma vez que os gastos com concentrados, mão de obra, energia elétrica e volumosos são maiores, o desempenho econômico da atividade será afetado negativamente.

Uma alternativa para o produtor está em incorporar tais áreas aos sistemas de produção, de forma planejada. Isso significa aumentar não só a oferta de alimentos nobres, como leite, carne e cereais, mas produzir múltiplos produtos de florestas plantadas, como madeira, energia, fibra e biodiesel. A recuperação de áreas degradadas extrapola o campo econômico, transcendendo para os campos sociais e ambientais. Uma vez

incorporadas, as áreas degradadas poderão minimizar a pressão sobre as florestas nativas, reduzindo o desmatamento e, conseqüentemente, a necessidade de abertura de novas fronteiras agrícolas. Além disso, poderão gerar emprego e renda, e produzir alimentos mais baratos, beneficiando os consumidores pobres, combatendo a pobreza e a miséria.

Neste sentido, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) ganham destaque como uma alternativa de produção sustentável para a agricultura familiar em áreas montanhosas (YOUNG, 1997), na medida em que proporcionam a otimização do uso do solo com ganhos ambientais, aumento da produtividade e da renda no meio rural.

A estratégia de produção iLPF preconiza a combinação da utilização de espécies florestais, agrícolas e, ou, criação de animais, numa mesma área, de maneira simultânea e, ou, escalonada no tempo (ICRAF, 1983; NAIR, 1993; KLUTHCOUSKI et al., 2000). Diversos autores destacam que estes sistemas representam uma alternativa de uso sustentável do solo, na medida em que proporcionam: i) proteção do solo contra a erosão, conservação da água, manutenção do ciclo hidrológico e melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (XAVIER et al., 2002; NEVES et al., 2009), ii) aumentos do valor nutricional da forragem (CASTRO et al., 1999; PACIULLO et al., 2007) e do conforto térmico animal (PAES LEME et al., 2005), iii) melhorias no desempenho de bovinos criados a pasto (PACIULLO et al., 2011), iv) benefícios sócio-econômicos tais como diversificação da produção e da renda (MÜLLER et al., 2011), redução do risco da atividade e redução da sazonalidade da demanda por mão de obra no campo, o que torna a atividade pecuária regional mais sustentável e rentável.

Daí se depreende que a tecnologia envolve um conjunto de práticas e técnicas pertinentes a diferentes atividades. Cada um desses componentes possui suas peculiaridades em termos de requerimento de práticas agrícolas, equipamentos e insumos. Isto evidencia que a tecnologia é complexa e mais intensiva em conhecimento do que a agricultura tradicional (ALTIERI & NICHOLS, 2008) e, portanto, necessita de um planejamento mais criterioso. Mais do que isso, requer insumos, equi-

pamentos, conhecimentos e disponibilidade para lidar simultaneamente com três grupos de explorações agropecuárias dentro de uma mesma área da propriedade. O que se requer do produtor rural que trabalha com a iLPF é, em resumo, um estoque material e de experiência profissional e cultural para trabalhar com esse conjunto de informações combinadas. Balbino et al. (2011) preconizam que a iLPF pode ser adotada por produtores de qualquer porte (pequeno, médio ou grande). Porém, em seguida fazem uma ressalva: “em propriedades caracterizadas pelo uso intensivo de máquinas agrícolas e insumos a escala de produção pode ser determinante da viabilidade econômica do sistema. Assim, é necessário planejamento eficiente, gestão competente e envolvimento de equipe multidisciplinar (‘multicompetências’)” (BALBINO et al., 2011).

Por isso, a escolha do modelo de produção está diretamente relacionada aos objetivos e ao perfil do produtor. Destacam-se, ainda, a importância do conhecimento técnico; a capacidade de gestão; a aptidão do relevo e a fertilidade natural dos solos, que são fatores limitantes para a implantação, por exemplo, de lavouras. Salienta-se também, o clima, o mercado, a logística e a mão de obra. Por isso, antes de iniciar qualquer investimento é essencial que se realize um diagnóstico, a fim de se conhecer o ambiente interno e externo no qual a propriedade rural está inserida. Assim, é possível, de forma antecipada, identificar as oportunidades e ameaças, forças e fraquezas do empreendimento, aumentando as chances de sucesso do investimento.

Dentro deste contexto, o governo brasileiro lançou a linha de crédito “Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono” (ABC), visando à adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Neste sentido, o Brasil se comprometeu em reduzir entre 36,1% e 38,9% as emissões de CO<sub>2</sub> equivalentes até 2020. O Programa ABC financia a recuperação de pastagens degradadas, recomposição de reservas, sistema de plantio direto, florestas plantadas, fixação biológica de nitrogênio, tratamento de dejetos animais e as modalidades de sistemas integrados de produção, como os sistemas silvipastoril, agropastoril e agrossilvipastoril, com destaque para o sistema iLPF. O valor máximo financiado é de até R\$ 1 milhão por operação. Os prazos

para os pagamentos são de 5 a 15 anos, carência de 1 a 8 anos, e taxa de juros de 5% ao ano. O governo pretende implementar, pelo menos, 4 milhões de hectares do sistema iLPF até 2020, por meio do Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, em que linha de crédito agrícola encontra-se disponível no sistema financeiro brasileiro.

## **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)**

Constitui-se numa estratégia de produção sustentável, que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área em cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica. É a diversificação e a rotação das atividades da agricultura, da pecuária e da floresta dentro da propriedade, constituindo um mesmo sistema, com benefícios para ambas. Também pode ser entendido como sendo a potencialização do uso do solo.

O Sistema Barreirão, surgido na década de 1980, foi uma das primeiras práticas que conciliou atividades agrícolas e pecuárias (KLUTHCOUSKI et al., 1991), consistindo na consorciação do arroz de terras altas, milho, sorgo e milheto com forrageiras, principalmente as braquiárias, para recuperação/renovação de pastagens. Hoje, este sistema ainda é utilizado para implantação da integração lavoura e pecuária no Sistema Santa Fé.

A integração lavoura-pecuária-floresta aumenta a eficiência de uso do solo, com incremento na produção de grãos e madeira em áreas usualmente cultivadas com pastagens, e aumenta a produtividade das pastagens em decorrência da recuperação/renovação por meio do aproveitamento da adubação residual da lavoura de grãos. Constitui-se numa alternativa econômica e sustentável para recuperar áreas degradadas, sejam elas pastagens ou lavouras. Esse sistema adota a técnica da semeadura direta que se baseia na redução do impacto da agricultura convencional sobre o meio ambiente, adotando práticas tais como o não revolvimento do solo, a rotação de culturas e o uso de cultivos de cobertura, a fim de formar palhada para implantação do sistema de semeadura direta.



Os sistemas de integração podem ser classificados da seguinte forma (BALBINO et al., 2011):

1. Integração lavoura-pecuária (iLP) ou **Agropastoril**: sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por vários anos, em sequência ou intercalados.
2. Integração pecuária-floresta (iPF) ou **Silvipastoril**: sistema de produção que integra os componentes pecuário (pastagem e animal) e florestal, em consórcio.
3. Integração lavoura-floresta (iLF) ou **Silviagrícola**: sistema de produção que integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas anuais ou perenes.
4. Integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) ou **Agrossilvipastoril**: sistema de produção que integra os componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio e sucessão, incluindo também o componente florestal, na mesma área. O componente “lavoura” pode ser usado na fase de implantação do componente florestal ou em ciclos durante o desenvolvimento do sistema.

Os sistemas de iLPF são complexos e necessitam de um planejamento criterioso. Por isso, a escolha do modelo de produção está diretamente relacionada aos objetivos e ao perfil do produtor.

Aliado a todos esses fatores que demonstram a aplicabilidade agrônômica do sistema de iLPF em propriedades produtoras de leite, é importante destacar que o sistema está respaldado pelo Decreto nº 45.166 de 4/9/2009, que regulamenta artigos da Lei nº 14.309, publicada em 19 de junho de 2002. Tal decreto é uma forma de promover a recuperação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs). Em seu artigo terceiro, lê-se o seguinte:

“Art. 3º Nas encostas e nos topos de morros caracterizados como de preservação permanente, a ocupação consolidada com culturas agrícolas anuais ou pastagens será substituída, progressivamente, pelo cultivo de espécies arbustivas ou arbóreas, inclusive exóticas, que assegure a proteção das áreas de recarga hídrica, sendo

permitida a implantação de sistemas agroflorestais, admitidos os que incluam a integração entre pastagem e floresta.” (Decreto nº 45.66 de 4/9/2009. Minas Gerais, 2002).”

A exploração agrícola e/ou pecuária em APPs, anterior a 19 de junho de 2002, é classificada pela Lei nº14.309, como “Ocupação Antrópica Consolidada”, também conhecida como “Uso Consolidado”. Desta forma, é admitido o desenvolvimento de atividades agrícolas, pecuárias e florestais nessas áreas, desde que elas sejam praticadas com o sistema agrossilvipastoris. Assim, a propriedade rural reforçará o seu papel socioeconômico amparado na responsabilidade ambiental.

E, ainda, de acordo com o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, é permitido o uso do sistema agrossilvipastoril em áreas de uso restrito.

Art. 11. Em áreas de inclinação entre 25° e 45°, serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social.

Portanto, em todos os âmbitos federal e, especificamente, o Governo de Minas reconhecem a importância do sistema iLPF como instrumento de recuperação de áreas de pastagem degradada, aumento da oferta de alimentos e diminuição dos impactos ambientais.

## **Vantagens do uso da integração Lavoura-Pecuária-Floresta**

São inúmeras as vantagens proporcionadas pela adoção de sistemas produtivos de iLPF, sendo elucidados novos outros benefícios na medida em que avançam as pesquisas.

O que se conhece, até o presente momento, dá segurança em dizer que esta tecnologia será a base de sustentabilidade da agropecuária brasileira,

possibilitando ao agropecuarista alcançar rendimentos satisfatórios de grãos ou de silagem, com a recuperação ou renovação da pastagem de forma mais rápida e econômica. Além disso, as pastagens utilizam-se dos nutrientes residuais da exploração lavoureira, sendo também capazes de explorar camadas mais profundas do solo, devido ao seu sistema radicular abranger volumes maiores do perfil do solo. Essa tecnologia também favorece a sucessão/rotação de culturas anuais e forrageiras, trazendo consigo todos os benefícios que se conhece a respeito dessa prática.

As plantas forrageiras são ótimas acumuladoras de biomassa e, por isso, enriquecem o solo com matéria orgânica. Esta tem ação positiva sobre a atividade da macro e microbiota do solo, auxilia na agregação das partículas, facilitando a infiltração de água no perfil e, conseqüentemente, reduzindo a erosão e o escoamento superficial (PALM et al., 2001). Em adição, o aumento do teor de matéria orgânica favorece a maior porosidade e redução da compactação do solo; também reflete no aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva e, conseqüentemente, possibilita maior armazenamento e retenção de nutrientes pelo solo (VILELA et al., 2003).

As forrageiras tropicais não são intensamente atacadas por muitas pragas e doenças comuns às plantas cultivadas, quebrando o ciclo de vida dessas pragas. A implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária tem auxiliado na superação desses problemas advindos da agricultura tradicional como insetos-pragas, doenças (KLUTHCOUSKI et al., 2000), nematóides (VILELA et al., 1999) e plantas daninhas (COBBUCI et al., 2001). Esse fato possibilita a utilização de menores quantidades de produtos fitossanitários (OLIVEIRA et al., 2001), reduzindo enormemente os custos de produção. A palhada de braquiária tem contribuído para redução da intensidade de ataque de doenças como o mofo-branco e podridões radiculares causadas por *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* na cultura do feijoeiro (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Existe ainda a opção de utilizar as gramíneas forrageiras como cobertura do solo e fitomassa seca (palhada), imprescindível para a implantação da

semeadura direta (VILELA et al., 2003). A palhada sobre o solo exerce um efeito físico e químico sobre as plantas daninhas. Na cultura do feijão, por exemplo, foram verificadas reduções consideráveis na emergência e no estabelecimento de espécies daninhas, devido à implantação do sistema de integração lavoura e pecuária (COBBUCI et al., 2001).

As forrageiras são eficientes em aumentar a população de fungos micorrízicos nativos, aumentando a sua capacidade em absorver nutrientes do solo, principalmente o fósforo (MIRANDA et al., 2001).

A inserção do componente arbóreo também traz inúmeros benefícios ao sistema tais como, maior disponibilização de nutrientes para as culturas e forrageiras em consórcio; maior produção de biomassa e proteção do solo. Além disso, as árvores absorvem nutrientes de camadas mais profundas no perfil do solo, colocando-os mais superficialmente e ao alcance das culturas e forrageiras, além de proporcionarem conforto aos animais.

Como consequência dos vários benefícios citados anteriormente é possível observar maiores produções de grãos, carne, leite, madeira, produtores mais capitalizados, geração de empregos diretos e indiretos e, garantindo, sobretudo, o desenvolvimento e a sustentabilidade econômica do setor rural.

## **Alternativas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**

As opções de integração lavoura-pecuária-floresta levam em consideração, principalmente as condições do solo.

Na recuperação de pastagens degradadas, o emprego desses sistemas de consórcio tem como objetivo restabelecer o bom índice de produtividade da forrageira. Em determinadas situações onde se depara com pastagens degradadas em solos degradados, recomenda-se o consórcio da cultura do arroz em solos menos férteis e mais ácidos com as espécies de *Brachiaria* spp. (*Urochloa* spp.), *Andropogon gayanus* e leguminosas forrageiras (SANZ et al., 1993). Os ganhos relativos à produção de

grãos do arroz se prestam para amortizar os gastos referentes ao custeio da renovação/recuperação das pastagens.

Em solos previamente corrigidos com calcário, de preferência seis meses antes da semeadura, pode-se consorciar milho, sorgo, girassol ou milheto com forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum* e leguminosas forrageiras (OLIVEIRA et al., 1996).

Uma outra alternativa de iLP, bastante empregada na região dos Cerrados, é a utilização da sucessão anual de lavoura-pastagem anual e/ou perene (KLUTHCOUSKI & YOKOYAMA, 2003). Nessas regiões, em razão da falta de chuva durante a entressafra, a produção de grãos, geralmente, não é compensatória. Desse modo, após a cultura de verão, que na maior parte das vezes é a soja, implantam-se espécies forrageiras como o sorgo para pastejo (EMBRAPA MILHO E SORGO, 2000) ou milheto (KICHEL & MACEDO, 1994), em virtude da maior adaptação dessas espécies às condições de deficiência hídrica. Essas duas espécies podem ser semeadas até março, desenvolvendo-se bem, mesmo com poucas chuvas. Em regiões mais frias, como o sul do Mato Grosso do Sul, espécies de aveia preta podem ser utilizadas como alternativas em sucessão às culturas de verão (SALTON, 2000). Existe ainda outra opção que seria a implantação, após a cultura de verão, de forrageiras perenes dos gêneros *Brachiaria* (*Urochloa*) e *Panicum*.

Concomitantemente à semeadura de forrageiras anuais, podem ser semeadas forrageiras perenes, como as braquiárias em consórcio. Essa prática possibilita o alongamento do período de pastejo e ainda a formação de palhada para a semeadura direta da cultura granífera ou de lavoura para a produção de silagem na safra de verão seguinte (KLUTHCOUSKI & YOKOYAMA, 2003).

Na recuperação de pastagem degradada em solo ainda não degradado, Pitol et al. (2001) propuseram o emprego da rotação da forrageira com a cultura da soja. Nesse caso, é feita, se necessária, uma nova calagem e o plantio da soja em semeadura direta sobre a palhada da braquiária.

Em áreas de lavoura em condição de solo corrigido e de média a alta fertilidade, pode-se semear na safrinha, após a cultura de verão, o sorgo ou o milheto, ou também existe a opção do milho ou sorgo forrageiro (KLUTHCOUSKI & YOKOYAMA, 2003).

Quando se analisa o componente florestal, os estudos concentram-se mais no eucalipto, embora possam também ser utilizadas a Teca, o Mogno, o Cedro, o Paricá, o Dendê, o Pinus, dentre outras espécies, além de espécies nativas que apresentam crescimento e desenvolvimento rápidos. Uma opção bastante utilizada quando se tem implantado o eucalipto é semear nas entrelinhas a cultura do arroz no primeiro ano, a cultura da soja no segundo ano e a *Brachiaria brizantha* nos anos subsequentes (OLIVEIRA et al., 2007a).

## **Adubação de plantio e de cobertura/manutenção do sistema iLPF**

Nos sistemas integrados de produção animal e vegetal, onde se estabelece em uma mesma área a lavoura, a pecuária (pastagem e o animal) e a floresta, deve-se ter o cuidado de garantir a cada espécie vegetal a quantidade de nutrientes necessária para o seu pleno crescimento e desenvolvimento. A amostragem do solo, segundo os princípios estabelecidos nos manuais de recomendação de calagem e adubação da região onde será implantado o sistema de iLPF, é de fundamental importância. Além disso, o encaminhamento da amostra a laboratórios de solos credenciados possibilitam a interpretação e a recomendação de corretivos e fertilizantes de forma eficiente para as culturas.

Em relação a correção da acidez do solo, a calagem de uma área a ser utilizada com o sistema de iLPF é feita baseada na recomendação para a cultura (utilizada para a produção de grãos ou de silagem) a ser implantada. No caso dos sistemas em que a exploração de leite será objeto principal do sistema, o milho ou o sorgo para a silagem são as culturas mais indicadas como recurso forrageiro a ser ensilado e utilizado como volumoso. Sendo estes fornecidos no cocho aos animais na época da seca, quando a escassez de alimentos volumosos se agrava. Desta forma, a

---

recomendação de calagem para estas culturas, atende perfeitamente tanto a pastagem quanto a espécie arbórea.

A mesma consideração para a calagem poderá ser seguida em relação às adubações de plantio e de cobertura. Como a forrageira utilizada para o pastejo será semeada no mesmo dia do milho, por exemplo, a sua necessidade de nutriente será sanada pela adubação de plantio e cobertura do milho. Após a colheita do milho para a silagem (será cortado tanto o milho, quanto a forrageira utilizada para pastejo) deverá ser realizada uma adubação de cobertura na pastagem aproximadamente 30 dias após o corte para a ensilagem. A adubação do componente florestal deve ser feita seguindo a orientação para a adubação da espécie arbórea selecionada (segundo o manual de recomendação para a cultura, baseada no resultado de análise do solo). É importante lembrar que o adubo recomendado deverá ser colocado no fundo da cova ou no fundo do sulco de plantio das árvores, para evitar danos causados pelo efeito salino nas raízes da muda. Após a retirada do milho ou do sorgo que foram ensilados ou mesmo colhido para grãos, para serem comercializados ou servirem como matéria prima na formulação de ração para os animais na própria fazenda, deve-se adubar a pastagem que foi estabelecida juntamente com a lavoura e o componente florestal.

Se a pastagem for dessecada a cada ano para novo plantio de uma cultura para ser ensilada ou para colheita de grão (lavoura), a quantidade de adubo de cobertura a ser utilizado, deverá ser proporcional ao tempo de permanência desta pastagem na área. Caso não seja feito anualmente novo plantio da lavoura, a quantidade de adubo de cobertura a ser aplicado, deverá considerar o intervalo de um ano, sempre baseando nos resultados de análise de solo e a resposta da forrageira utilizada para pastejo. Normalmente, são aplicados em cobertura o nitrogênio, o fósforo e o potássio, mas, dependendo dos resultados de análise de solo, algum(ns) deste(s) nutriente(s), pode não ser necessário de serem repostos, pelo fato do solo apresentar valores acima do nível crítico.

É importante destacar que em cada adubação de cobertura, o solo tem que estar úmido, além de estar prevista chuva na época da adubação, ou

for possível e recomendada a utilização de água via irrigação. A Embrapa Gado de Leite tem sugerido como adubação de cobertura em pastagens de *Brachiaria brizantha* ou *Panicum maximum*, espécies muito utilizadas nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, 1.000 kg/ha/ano da fórmula 20:05:20, correspondendo à aplicação de 200 kg/ha/ano de N, 50 kg/ha/ano de  $P_2O_5$  e 200 kg/ha/ano de  $K_2O$ . Esta recomendação anual de adubação de cobertura deverá ser fracionada em três aplicações anuais, aplicadas no início, meio e final da época chuvosa. É importante salientar que poderá ser alterada a formulação do adubo, dependendo dos resultados de análise do solo e da cultura a ser utilizada, além disso, mudanças poderão ocorrer em áreas irrigadas. Deste modo, a assistência técnica é indicada para auxiliar na recomendação de calagem e adubação do solo.

## **Arranjos de semeadura e manejo de herbicidas sobre espécies forrageiras e culturas**

No caso do consórcio milho ou sorgo com *B. brizantha*, verifica-se que não há diferenças de produtividade do milho entre a semeadura simultânea da forrageira/milho e a semeadura da forrageira em pós-emergência do milho ou do sorgo. Isso ocorre em virtude do milho ou do sorgo ter, no início do ciclo, maior taxa de crescimento que a forrageira, fato que garante o sucesso da implantação simultânea das duas espécies. Porém, ao contrário do milho ou do sorgo, a produção da forrageira é extremamente influenciada pela época de semeadura. A produtividade de fitomassa do capim diminui consideravelmente na medida em que se atrasa a introdução desse no consórcio. Assim sendo, é recomendável que a semeadura das duas espécies seja feita concomitantemente. Dessa forma, o rendimento do milho e/ou do sorgo não será afetado e a forrageira, após a colheita do milho ou do sorgo, atingirá seu máximo potencial, desde que sejam obedecidas as recomendações de arranjos e densidades de semeadura, o uso correto de herbicidas (ALVARENGA et al., 2006).

Estudos têm mostrado que, independente do manejo de plantas daninhas empregado, o arranjo de duas linhas de braquiária semeada simultaneamente na entrelinha do milho espaçado a 1,0 m proporciona pro-



dução de milho para silagem semelhante à testemunha capinada, além da pastagem de boa qualidade e boa cobertura de solo (SILVA et al., 2004a; FREITAS et al., 2005). Jakelaitis et al. (2005a) também verificaram que ao utilizar duas linhas de *B. brizantha* em consórcio com milho, semeados simultaneamente, houve maior produção da forrageira e maior incorporação de nutrientes na sua biomassa, sem afetar a produção da cultura.

Em casos onde a infestação de plantas daninhas dicotiledôneas e gramíneas é alta, há necessidade de aplicação de herbicidas para o controle das espécies daninhas de folhas largas e um graminicida para o controle daquelas de folhas estreitas.

No consórcio milho e forrageira, o herbicida atrazine se faz necessário no controle das espécies daninhas de folhas largas e o nicosulfuron mais especificamente para o controle das espécies daninhas de folhas estreitas e algumas folhas largas. O nicosulfuron se presta ainda para suprimir a forrageira, minimizando o efeito competitivo desta e a cultura do milho. Nesse caso, a dose do nicosulfuron deve ser baixa para não sucumbir a forrageira. Jakelaitis et al. (2005a) e Jakelaistis et al. (2006) verificaram que em situações de presença de plantas daninhas capazes de promover forte competição com o milho/*B. brizantha* foi necessário aplicar atrazine mais nicosulfuron. Nesse caso, dependendo do nível de infestação, as doses de 1.500 g i.a. ha<sup>-1</sup> (3,0 L p.c. ha<sup>-1</sup>) de atrazine mais nicosulfuron em doses de 4 - 12 g i.a. ha<sup>-1</sup> (0,1 - 0,3 L p.c. ha<sup>-1</sup>), resultaram em efeito satisfatório (FREITAS et al., 2005; JAKELAITIS et al. 2005a; JAKELAISTIS et al. 2005b). As doses maiores de nicosulfuron são indicadas em situações onde as plantas daninhas de folhas estreitas e a espécie forrageira estão em estádios mais avançados de crescimento (3 - 4 perfilhos). No caso do consórcio de milho mais forrageiras do gênero *Panicum* spp. (Mombaça e Tanzânia), a dose de nicosulfuron não deve ultrapassar 6 g i.a.ha<sup>-1</sup> (0,15 L p.c ha<sup>-1</sup>) (ALVARENGA et al., 2006), para que a forrageira não sofra injúria capaz de prejudicar o seu restabelecimento.

Em áreas com alta população de plantas daninhas de folhas estreitas, principalmente *Brachiaria plantaginea* (capim-marmelada), estudos têm

mostrado que o herbicida tepraloxymid, além de ser eficaz no combate a outras espécies daninhas gramíneas, apresenta excelente controle do capim-marmelada. Além disso, esse herbicida é bastante seletivo para *B. brizantha*, o que é muito interessante para todo o sistema. Consequentemente, pode-se realizar a semeadura simultânea da forrageira com a cultura da soja, pois o tepraloxymid controlará as espécies infestantes de folhas estreitas sem prejudicar a *B. brizantha* (COBUCCI & PORTELA, 2003).

Em condições de boa fertilidade do solo, com baixa infestação de plantas daninhas e com o número inicial de plantas de braquiária desejável (8 a 10 plantas m<sup>-2</sup>), o consórcio entre milho e *B. brizantha* pode não necessitar de graminicidas pós-emergentes (COBUCCI & PORTELA, 2003). Porém, havendo a presença de plantas daninhas de folhas largas, o controle deve ser realizado.

Para a manutenção dessa densidade de 8-10 plantas de braquiária m<sup>-2</sup> há indicação de uso de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis dessa forrageira para implantação do consórcio (ALVARENGA et al., 2006). No caso da soja, estudos com até 9 plantas de braquiária m<sup>-2</sup> indicaram que o controle do crescimento da *Brachiaria brizantha* aos 60 dias após a emergência, momento em que a taxa de crescimento da forrageira começa a aumentar, é necessário para que a competição imposta pela braquiária não comprometa a produtividade da soja. Recomenda-se a aplicação de não mais que 25% da dose recomendada para o cultivo solteiro do graminicida haloxyfop-methyl. O efeito da competição é maior quanto menor a altura das plantas da cultura produtora de grãos e maior o ciclo da cultura. Ressalta-se que o controle das plantas daninhas de folhas largas, se necessário, é feito de forma similar ao sistema solteiro no que se refere a produtos, doses e época de aplicação (COBUCCI & PORTELA, 2003).

Silva et al. (2004b) verificaram que a aplicação correta do graminicida é essencial no manejo de *B. brizantha*. Aplicações muito próximas ao fechamento da soja podem dificultar a recuperação da forrageira, em função da supressão da cultura. Também, aplicações do graminicida muito precocemente podem acarretar na emergência de novas plantas da

forrageira, capazes de competir excessivamente com a cultura da soja. Verificaram ainda que, para a cultura de soja, a maior altura de plantas e inserção da primeira vagem foram obtidas no tratamento com 18 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fluazifop-p-butil, aplicado aos 21 dias após a emergência da cultura. Em outro estudo, Silva et al. 2006b verificaram que esse mesmo consórcio quando submetido a aplicação de 15 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fluazifop-p-butil e dessecado no estágio fenológico R7 da soja, permitiu obter produtividade de grãos semelhantes a soja em monocultivo, proporcionando ainda acúmulo de matéria seca de *B. brizantha* da ordem de 4,6 t ha<sup>-1</sup>, aos 60 dias após a colheita da soja.

Em relação à cultura do feijão no sistema de integração lavoura-pecuária, Silva et al. (2006a) verificaram que a dose de 15 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fluazifop-p-butil suprimiu a *B. brizantha*, contudo, doses a partir de 21 g i.a. ha<sup>-1</sup> de fluazifop-p-butil foram muito severas, resultando em redução no acúmulo de biomassa.

Após a colheita da cultura, tem-se a pastagem restabelecida, com uma excelente cobertura do solo, ao contrário do sistema convencional, onde, na maioria das vezes, é explorada apenas uma cultura no ano agrícola, ficando o solo sem cobertura na entressafra e propiciando o desenvolvimento das espécies daninhas.

No âmbito da pastagem, as culturas introduzem novos fatores de controle de plantas daninhas. No caso do controle químico, a implantação de culturas em áreas de pastagem introduz outros princípios ativos, além daqueles utilizados usualmente na pastagem, aumentando o espectro de controle das espécies daninhas. Esse fato é também muito importante no tocante à prevenção da seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Quando são inseridas no sistema novas culturas produtoras de grãos consorciadas com forrageiras, automaticamente, serão utilizados novos herbicidas com mecanismos de ação diferentes. A utilização de herbicidas com diferentes mecanismos de ação é uma das principais práticas de manejo de plantas daninhas com o objetivo de evitar a seleção de biótipos resistentes (CHRISTOFFOLETI et al., 2003).

A própria dessecação da pastagem para a implantação da cultura que, geralmente é feita com herbicidas de amplo espectro, já constitui fator de controle das plantas daninhas, com exceção daquelas resistentes e tolerantes aos produtos utilizados. Por outro lado, o manejo químico da pastagem, se mal sucedido, constitui em sério problema para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura.

Os capins dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* tendem a formar touceiras altas quando a pastagem é mal manejada. Para formação de palhada no sistema de semeadura direta, esse fenômeno deve ser evitado, mantendo a forrageira com altura em torno de 40-50 cm. Os melhores procedimentos são o manejo contínuo sob pastejo, ou a roçagem até cerca de 30 dias antes da dessecação. É preferível que a braquiária tenha o máximo possível de folhas novas para melhor absorção do herbicida. O principal produto recomendado é o glyphosate, aplicado em doses que variam de 0,36 a 2,16 kg e.a. ha<sup>-1</sup> (RODRIGUES & ALMEIDA, 1998).

Geralmente, as braquiárias levam mais tempo para a total desidratação, em torno de 20 dias, sendo recomendado maior antecipação da dessecação em relação à semeadura. Se a quantidade de fitomassa for muito alta, recomenda-se aplicar o glyphosate e semear a cultura anual após 20 dias da aplicação. Próximo a semeadura ou antes da emergência da cultura, aplicar o herbicida de contato paraquat, na dosagem de 160 a 200 g i.a. ha<sup>-1</sup>, a fim de eliminar qualquer novo surto de plantas daninhas. Essa técnica evita a competição precoce e o estiolamento das plântulas da cultura anual.

Na prática, tem-se observado que a *Brachiaria brizantha* necessita de doses maiores de glyphosate para a sua completa dessecação quando comparada com *B. decumbens* e, principalmente com a *B. ruziziensis*, que é de mais fácil dessecação com glyphosate (BRIGHENTI et al., 2011).

Em culturas de verão, como soja, feijão e milho, semeadas em sistema de plantio direto sob coberturas densas, de lenta decomposição e com alta ação alelopática, há possibilidade de se reduzir ou até mesmo dispensar a utilização de herbicidas (ALMEIDA, 1988). Ressalta-se que

essa possibilidade está relacionada à quantidade de palha e ao banco de sementes existente, podendo ser necessária, em alguns casos, a utilização de herbicidas seletivos para as culturas.

## **O componente florestal nos sistemas integrados de produção**

A inserção de árvores em sistemas pecuários tem ganho notoriedade em função de uma série de benefícios ao pasto e aos animais que têm sido observados em diversos trabalhos científicos.

Nas áreas sob a influência de árvores são observadas melhorias das propriedades físicas e químicas do solo (ALVIM et al., 2004; NEVES et al., 2004; NEVES et al., 2009), no valor nutricional da forragem para os animais (PACIULLO et al., 2007), no desempenho animal (PACIULLO et al., 2011), além da possibilidade de redução dos riscos financeiros e agregação de renda (MÜLLER et al., 2011).

Entretanto, esta associação pressupõe a existência de interações eco-fisiológicas entre as diferentes espécies, que se fazem presentes principalmente pela competição por luz, água e nutrientes. Desta forma, é possível inferir que, tanto o arranjo estrutural dos diferentes componentes, quanto o seu manejo, bem como a escolha das espécies, pode interferir significativamente na produtividade global do sistema (JOSÉ et al., 2004).

## **Essências florestais mais indicadas aos sistemas integrados de produção**

A escolha da espécie florestal a ser utilizada deve obedecer a alguns critérios básicos, tais como: adaptação climática, finalidade do plantio, crescimento rápido, copa alta e pouco densa, possibilidade de mercado, dentre outros (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2009; VENTURIN et al., 2010). Além disso, o nível de conhecimento técnico sobre a silvicultura da espécie deve ser considerado, bem como a disponibilidade de mudas a preços acessíveis e a existência de assistência técnica local qualificada.

Oliveira Neto & Paiva (2010), a despeito das diversas funções que as árvores podem desempenhar, observaram que a produção madeireira, na maioria das vezes, tem sido o principal fator na escolha da espécie. Os autores ainda destacam que, em função de suas características de rusticidade, adaptação a diversos ambientes, facilidade no manejo cultural, conhecimento técnico disponível, disponibilidade de mudas e material genético, crescimento rápido e multiplicidade de usos, atendendo a diversos mercados, as espécies do gênero *Eucalyptus* spp. têm sido as mais utilizadas.

Na Tabela 1, são apresentadas as principais espécies florestais utilizadas em sistemas integração-lavoura-pecuária-floresta no Brasil, bem como sua finalidade.

**Tabela 1.** Principais espécies florestais utilizadas em sistemas de integração-lavoura-pecuária-floresta nas diferentes regiões brasileiras e sua finalidade.

Nome Científico	Nome popular	Região	Finalidade
<i>Acacia mangium</i>	Acácia	Sudeste, Norte	Serraria, lenha, carvão, FBN*, etc.
<i>Acacia mearnsii</i>	Acácia negra	Sul	Madeira serrada, lenha, carvão, celulose, FBN, etc.
<i>Eucalyptus</i> spp.	Eucalipto	Sul, Sudeste, Centro Nordeste, Norte	-Oeste, Serraria, lenha, carvão, mourões, celulose, construção, laminação, etc.
<i>Gliricidia sepium</i>	Gliricídia	Nordeste, Sudeste	Alimentação animal, FBN
<i>Grevillea robusta</i>	Grevílea	Sul	Serraria
<i>Khaya ivorensis</i>	Mogno africano	Centro-Oeste, Sudeste, Norte	Serraria
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Nordeste, Sudeste	Alimentação animal, FBN
<i>Pinus</i> spp.	Pinus	Sul, Sudeste	Serraria
<i>Schizolobium amazonicum</i>	Pinho cuiabano, paricá	Norte	Laminação, serraria
<i>Tectona grandis</i>	Teca	Centro-Oeste	Serraria
<i>Toona ciliata</i>	Cedro australiano	Sudeste	Madeira serrada

\* Fixação Biológica de Nitrogênio

**Fonte:** adaptado de Porfírio-da-Silva (2009), Oliveira Neto & Paiva (2010) e Venturin et al. (2010).

## Arranjos e densidade populacional das essências florestais

O arranjo espacial se refere à forma como as árvores são dispostas na área. Em se tratando de sistemas consorciados, deve-se ter o cuidado de não sombrear excessivamente o sub-bosque. Estudos realizados pela Embrapa Gado de Leite, concluem que, acima de 35-40% de sombre-

amento, a produtividade de pastagens de braquiária começa a declinar significativamente (CASTRO et al., 1999; PACIULLO et al., 2007). Os espaçamentos mais adequados são aqueles que proporcionam densidades de plantio variando de 200 a 450 árvores por hectare. Na Tabela 2, são apresentados alguns exemplos de arranjos espaciais.

**Tabela 2.** Tipos de arranjos e densidades de plantio de árvores em sistemas silvipastoris.

Arranjo	Área útil/planta	Densidade (plantas/ha)
12 x 2 m	24 m <sup>2</sup>	416 plantas/ha
21 x (3x2) m	24 m <sup>2</sup>	416 plantas/ha
18 x 1,5 m	27 m <sup>2</sup>	370 plantas/ha
15 x (3x3) m	27 m <sup>2</sup>	370 plantas/ha
24 x (3x2) m	27 m <sup>2</sup>	370 plantas/ha
15 x 2 m	30 m <sup>2</sup>	333 plantas/ha
20 x 1,5 m	30 m <sup>2</sup>	333 plantas/ha
27 x (3 x 2) m	30 m <sup>2</sup>	333 plantas/ha
10 x 3,3	33 m <sup>2</sup>	303 plantas/ha
18 x 2 (4 x 3)	33 m <sup>2</sup>	303 plantas/ha
25 x 3 (4 x 3)	33 m <sup>2</sup>	303 plantas/ha
10 x 4 m	40 m <sup>2</sup>	250 plantas/ha
20 x 2 m	40 m <sup>2</sup>	250 plantas/ha
18 x 2,5 m	45 m <sup>2</sup>	222 plantas/ha
15 x 3 m	45 m <sup>2</sup>	222 plantas/ha

**Fonte:** Adaptado de Muller et al. (2010).

É importante observar que, para uma mesma densidade de plantas por hectare, podem ser adotados diferentes arranjos espaciais. Assim, a definição do arranjo espacial deverá levar em consideração, aspectos tais como a finalidade do plantio (produção de madeira, alimento para o gado e sombra), as características do relevo (declividade), dimensões do maquinário (no caso da implantação de lavouras com pastagens) e o manejo a ser adotado no sistema (piquetes, terraceamento, etc.).

Para regiões montanhosas, as faixas de árvores devem ser plantadas no sentido contrário ao declive (em nível), visando o controle de erosão e a conservação de água. Neste caso, nem sempre é possível tirar proveito do caminhar do sol (sentido leste-oeste), de forma que o espaçamento entre as faixas de árvores deve ser maior, a fim de possibilitar a penetração de luz para a pastagem.

Em revisão sobre o assunto, Muller et al. (2010) estabeleceram al-

gumas recomendações sobre a escolha da densidade de plantio e o arranjo das plantas, descritas a seguir: Se o objetivo principal é produzir madeira com qualidade para serraria (de alto valor agregado) recomenda-se uma menor densidade de plantas ( $150\text{-}300\text{ pl ha}^{-1}$ ) em espaçamentos com fileiras simples (Figura 3) do tipo  $18 \times 3$  ( $185\text{ pl ha}^{-1}$ ),  $20 \times 2,5$  ( $200\text{ pl ha}^{-1}$ ),  $18 \times 2,5$  ( $222\text{ pl ha}^{-1}$ ). Entretanto, neste tipo de espaçamento os cuidados com o plantio e o manejo inicial da floresta têm de ser os melhores possíveis, dependendo de uma boa assistência técnica. Vale lembrar que a realização de receitas se dará no longo prazo (8 a 15 anos), uma vez que a possibilidade de desbastes intermediários é menor. Uma alternativa é fazer o plantio mais adensado na linha, com espaçamentos do tipo  $18 \times 1,5$  ( $370\text{ pl ha}^{-1}$ ),  $18 \times 2$  ( $277\text{ pl ha}^{-1}$ ),  $20 \times 2$  ( $250\text{ pl ha}^{-1}$ ). Neste caso pode-se antecipar a obtenção de receitas com a realização de um desbaste intermediário aos 5-6 anos tirando-se árvores alternadas (uma sim outra não). Deste ponto em diante conduz-se o plantio até os 12-15 anos para extrair madeira para serraria. Caso a declividade não seja muito grande, podem-se adotar ainda espaçamentos do tipo  $15 \times 3$  ( $222\text{ pl ha}^{-1}$ ),  $15 \times 2$  ( $333\text{ pl ha}^{-1}$  - neste espaçamento as árvores deverão ser desbastadas aos 5-6 anos para  $15 \times 4$ , para que o tronco das árvores cresça de forma cilíndrica).

Para o plantio com maiores densidades de plantas por hectare, devem-se adotar fileiras duplas, faixas ou renques (Figura 2), com um maior espaçamento entre estas faixas para permitir maior entrada de luz para a pastagem:  $20\text{-}21 \times (3 \times 2)$  -  $435\text{-}416\text{ pl ha}^{-1}$ ,  $24\text{-}25 \times (3 \times 2)$  -  $370\text{-}357\text{ pl ha}^{-1}$ . Entretanto, há algumas desvantagens: em fileiras duplas, as árvores tendem a crescer buscando a luz devido à competição e, com isso, sofrem deformações no tronco devido ao envergamento, diminuindo a qualidade da madeira para serraria (pode-se minimizar este efeito realizando-se o plantio em quincôncio, ou triangulado). Com uma maior densidade de plantas/ha, há uma maior possibilidade de receitas com desbastes intermediários (4-5 anos, 8-9 anos, 12-15 anos corte final).



Além do aspecto silvicultural, algumas considerações se fazem pertinentes quanto ao estabelecimento de linhas simples ou compostas e seus efeitos para o sub-bosque. A Figura 1 apresenta situações referentes a plantios com duas fileiras e plantios com fileiras simples.



**Figura 1.** Sombreamento em diferentes situações de plantio. Plantio em fileiras simples (à esquerda); plantio em fileiras duplas (à direita).

**Foto:** Embrapa Gado de Leite.

Pela Figura 1, pode-se observar o efeito do arranjo espacial na distribuição de luminosidade para o sub-bosque. Nos plantios de fileiras simples, com as árvores mais espaçadas na linha de plantio, observa-se uma melhor distribuição da sombra. Já no plantio em linhas duplas, observa-se a formação de um gradiente bastante acentuado entre área sombreada e área sem sombra. Isto implica na formação de um gradiente de diferenças morfológicas e estruturais no pasto o que irá interferir na definição do manejo do pastejo.

Neste sentido, vale ressaltar o trabalho realizado por Paciullo et al. (2011), em que foi observado o efeito da distância do renque de árvores nas características morfológicas, produtivas e nutricionais do pasto. O estudo foi conduzido em um sistema composto por renques constituídos por quatro linhas de árvores, portanto com um alto adensamento de árvores no renque. Os autores observaram que a densidade de perfilhos, a massa e a taxa de acúmulo de forragem aumentaram com a distância do renque, o que corrobora a ideia de que a diminuição deste gradiente, por meio da adequação do arranjo espacial, bem como do manejo das árvores, é um fator preponderante para a sustentabilidade do sistema.

Outro fator que poderá influenciar o dimensionamento do espaçamento entre plantas se refere à arquitetura de copa. O uso de espécies com copas mais abertas, obriga a utilização de espaçamentos mais amplos entre plantas a fim de minimizar o efeito do sombreamento. É importante ressaltar que, mesmo dentro de um gênero (p.ex: *Eucalyptus*), existem diferenças morfológicas, principalmente com relação à copa das árvores que devem ser consideradas.

A Figura 2 apresenta nitidamente as diferenças entre dois clones de eucalipto plantados sob o mesmo espaçamento. É possível observar a diferença no bloqueio da luminosidade entre as duas situações. Assim, isto pode ser um indicativo de que para materiais genéticos com copas mais densas, é necessário se adotar espaçamentos maiores entre plantas.



**Figura 2.** Diferentes arquiteturas de copa observadas em dois diferentes clones de eucalipto estabelecidos em um sistema agrossilvipastoril com linhas duplas.  
**Foto:** Embrapa Gado de Leite.

Na Figura 3, também pode-se observar o efeito das diferenças entre clones da mesma espécie e entre espécies.



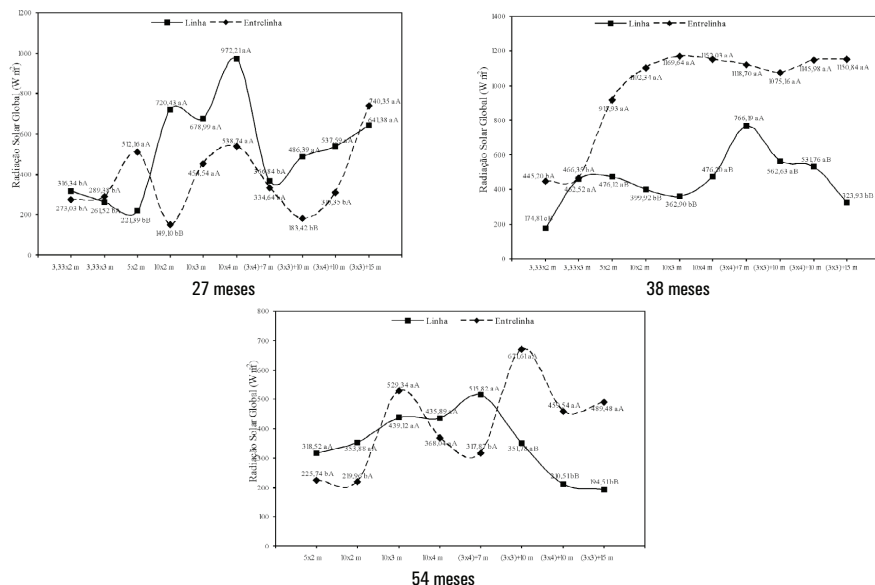
**Figura 3.** Diferenças de arquitetura de copa entre clones (a) e entre espécies (b).

## Manejo do componente florestal

Além do arranjo espacial, outro aspecto importante se refere ao manejo destas árvores depois de estabelecidas. Considerando que o crescimento das árvores promove uma dinâmica temporal no sombreamento imposto ao sub-bosque, é possível inferir que o limite máximo de sombreamento tolerável pela gramínea será ultrapassado em algum momento, dependendo da densidade de plantio e do arranjo espacial adotado. A Figura 4, apresenta resultados obtidos por Oliveira et al (2007), que observaram o comportamento da radiação luminosa incidente no sub-bosque em diferentes idades e arranjos espaciais. O estudo evidencia que o tanto o arranjo espacial quanto a idade do sistema interferem na disponibilidade de luz para o sub-bosque.

É possível notar que, nos espaçamentos mais amplos, como já era de se esperar, há maior incidência de luminosidade no sub-bosque. Além disso, nota-se que, com o avanço da idade há uma alteração no padrão de distribuição da luminosidade para o sub-bosque, apesar de se manter a tendência de maior luminosidade para o sub-bosque nos espaçamentos mais amplos.

Bergez et al. (1997) obtiveram resultados semelhantes em três localidades nos Estados Unidos, comparando duas densidades de plantio (100 e 400 árvores por hectare). O estudo concluiu que, em áreas com maior densidade de plantas, independentemente da localidade, a redução de luminosidade incidente no sub-bosque foi maior.



**Figura 4.** Radiação solar global ( $W\ m^{-2}$ ) na linha e na entrelinha de plantio de diferentes arranjos estruturais de sistemas agrossilvipastoris com *Eucalyptus* sp., aos 27, 38 e 54 meses após o plantio.

**Fonte:** Oliveira et al., 2007.

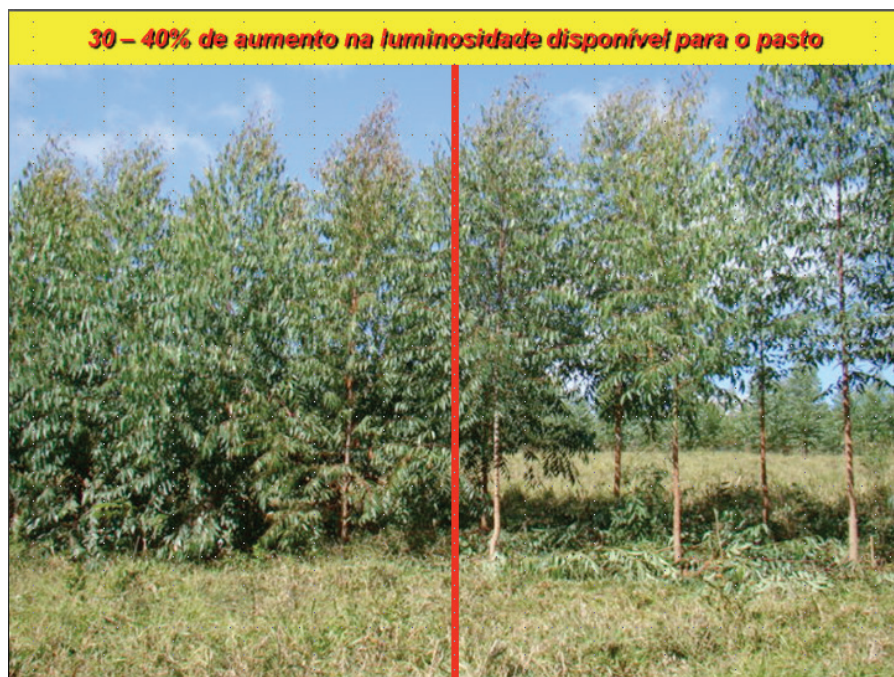
A Figura 5, apresenta nitidamente este efeito do arranjo de plantio na disponibilidade de luminosidade para o sub-bosque em uma mesma idade em um experimento instalado em áreas de Embrapa Cerrados. Ainda se pode observar, o efeito combinado de arranjo de plantio e arquitetura de copa de diferentes espécies de *Eucalyptus* e de *Pinus* em um experimento desenvolvido pela Embrapa Florestas.

Sendo assim, tendo em vista o caráter de longo prazo deste tipo de sistema, para o alcance dos benefícios do sombreamento é imperativo o seu controle, que se dá basicamente por meio de dois tipos de manejo: a desrama e o desbaste.

A desrama artificial consiste na remoção de galhos vivos da árvore com o objetivo de aumentar a qualidade do produto final, obtendo-se madeira limpa e sem defeitos (FINGER et al., 2001; VALE et al., 2002; POLLI et al., 2006). A desrama ainda tem a finalidade de favorecer o crescimento e as



características dendrométricas das árvores (FINGER et al., 2001), bem como, aumentar a luminosidade nas entrelinhas de eucalipto, favorecendo o crescimento da pastagem e das lavouras, nos sistemas integrados de produção. Neste sentido, estima-se que a desrama pode proporcionar um aumento entre 30 e 40% de luminosidade para o sub-bosque (Figura 6).



**Figura 6.** Comparação entre uma área desramada com uma área não desramada.  
**Foto:** Embrapa Gado de Leite.

O manejo da copa deve adequar frequência, intensidade e idade das plantas, de forma a facilitar a cicatrização dos ferimentos (POLLI et al, 2006). Pulrolnik et al (2005) observaram que a intensidade, frequência e idade da desrama artificial pode variar de acordo com o material genético, qualidade do sítio, vigor e idade das plantas, dentre outros. O espaçamento de plantio também pode ser um fator influente na formação e senescência de galhos (FINGER et al., 2001).

Em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), onde os espaçamentos utilizados são mais amplos, o desenvolvimento de galhos de

maiores diâmetros é favorecido (FONTAN, 2007). Neste sentido, são poucos os estudos sobre a definição de intensidade e frequência da aplicação desta prática, destacando-se aqueles realizados por Vale et al. (2002), Evangelista (2007) e Fontan (2007).

O desbaste consiste na remoção de árvores selecionadas dentro do sistema (Figura 7). Esta técnica é empregada na silvicultura tradicional, com o objetivo de melhorar as características físicas da madeira e de forma das árvores e de melhor qualidade para produção de madeira de alto valor agregado. Entretanto, pode-se depreender que a despeito do objetivo meramente silvicultural, há outro benefício associado que é o aumento de luminosidade incidente no sub-bosque. Na Figura 7 é possível observar o detalhe das copas antes e após o desbaste de duas fileiras de árvores estabelecidas em sistema silvipastoril.



**Figura 7.** Detalhe da cobertura florestal antes (esquerda) e após (direita) o desbaste de 50% das árvores em um sistema silvipastoril.

**Foto:** Embrapa Gado de Leite.

Conforme visto na Figura 7, a definição da época de desbaste irá depender de fatores como o arranjo de plantio e a arquitetura de copa. Em cada sistema, haverá uma condição diferenciada e o silvicultor deverá observar estes fatores como parte de seu planejamento de atividades de manejo florestal.

## **Silagem de braquiária como alternativa de suplementação volumosa na época da seca**

A sazonalidade na produção de forragens nos trópicos caracteriza-se pela maior produção de biomassa durante a época chuvosa e menor produção durante a época seca. Sendo assim, os produtores de leite necessitam estocar forragem produzida na época chuvosa, de modo a ter volumosos de boa qualidade disponíveis para a alimentação dos animais na época de escassez de forragem.

Em sistemas de produção de leite, a alternativa mais utilizada é o uso da silagem na alimentação dos animais, sendo o milho e o sorgo as principais culturas utilizadas no processo de ensilagem.

Neste contexto, o capim também aparece como boa alternativa para a produção de silagem, principalmente em função da boa produtividade e do menor custo, quando comparado ao milho ou ao sorgo. O principal capim utilizado no processo de ensilagem era o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), mas, atualmente, os gêneros *Brachiaria* e *Panicum* têm sido muito utilizados.

Em sistemas de produção integrados, destaca-se o uso da *Brachiaria ruziensis*, que é uma espécie forrageira amplamente utilizada nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) pela boa produção de palhada, alta sensibilidade aos herbicidas dessecantes e não formação de touceiras grandes, facilitando o plantio mecanizado das culturas subsequentes. Neste sistema, além da produtividade do milho não ser comprometida, há melhoria das propriedades físico-químicas do solo, menor população de plantas daninhas e redução no uso de insumos para

a produção de biomassa de braquiária de bom valor nutritivo (7% de PB; 68% de FDN; 52% de NDT), a qual pode ser ensilada a baixo custo (cerca de 40% do custo de produção da silagem de milho).

Embora a silagem de capim seja uma excelente alternativa, é importante destacar que o baixo teor de matéria seca (MS) desses materiais é um fator importante, que pode comprometer a qualidade da silagem. Teores de MS abaixo de 25% favorecem o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* – que produzem ácido butírico durante o processo de fermentação – e também aumentam as perdas por efluentes.

O corte tardio é indicado para aumentar os teores de MS, recomendando-se que a colheita seja realizada antes da floração (70 a 90 dias de rebrota), permitindo a obtenção de um material com boa proporção de folhas verdes e maior teor de matéria seca.

No entanto, embora minimize o problema relacionado aos baixos teores de matéria seca, a colheita mais tardia resulta em menores teores de carboidratos solúveis e maiores teores da fração fibrosa, o que implica em menor digestibilidade.

O uso de aditivos pode ser realizado, com o objetivo de elevar os teores de MS e de carboidratos solúveis, melhorando o perfil de fermentação e, consequentemente, a qualidade da silagem. Dentre eles, destacam-se o fubá de milho (até 5% de inclusão) e a polpa cítrica (até 15% de inclusão), que devem ser misturados ao capim de forma homogênea.

Os inoculantes bacterianos têm sido muito utilizados em função da facilidade de aplicação. No entanto, os resultados obtidos na melhoria da qualidade da silagem são inconsistentes, e seu uso promove aumento significativo no custo da silagem. Destaca-se também que o uso desses inoculantes tem como principal objetivo melhorar o padrão de fermentação do material ensilado, não tendo efeito direto sobre o desempenho dos animais.

Além da atenção com os teores de MS e de carboidratos solúveis, importante atenção deve ser dada ao processo de compactação, o qual é



fundamental para a retirada do ar presente entre as partículas ensiladas, permitindo a obtenção de uma silagem de boa qualidade.

O tamanho de partícula do material ensilado influencia diretamente na eficiência do processo de compactação. Recomenda-se um tamanho de partícula de 1 a 3 cm. Partículas de maior tamanho dificultam a expulsão do oxigênio, resultando em aumento da temperatura da massa ensilada e maior consumo de carboidratos solúveis. Em contrapartida, partículas de tamanho muito reduzido podem resultar em incremento no consumo de MS pelos animais, sem necessariamente promover aumento no desempenho animal (ganho de peso ou produção de leite). O aumento no consumo de MS está associado à maior taxa de passagem do alimento no rúmen do bovino, característica de dietas compostas por partículas menores.

Quando comparada à silagem de milho, a silagem e *B. ruziziensis* pode apresentar maiores teores de proteína, mas nunca teores de energia superiores. Isso implica na maior participação da silagem de *B. ruziziensis* na dieta e no maior uso de alimentos concentrados para atender aos requerimentos nutricionais dos animais, o que pode ser compensado pelo baixo custo de produção da silagem de braquiária em sistemas integrados, que além de ser utilizada na alimentação de vacas em lactação, também pode ser empregada na alimentação de outras categorias menos exigentes.

## **Aspectos econômicos em sistemas de integração-lavoura-pecuária-floresta**

A diversificação de atividades, característica dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, pressupõe redução de riscos financeiros, em longo prazo, em contrapartida ao investimento em uma só cultura, como tem sido demonstrado por alguns autores (DUBÉ et al., 2002; COELHO JÚNIOR, et al., 2008; MÜLLER et al., 2011). Entretanto, dada a diversidade de formatos que podem ser assumidos por tais sistemas, em termos de arranjos de componentes (tanto espacial quanto temporalmente), sistemas de manejo e tamanho de área a ser implantada, tanto

os coeficientes técnicos quanto os indicadores econômicos podem ser bastante diferentes de um sistema para o outro. Sendo assim, com a implantação de políticas governamentais de incentivo à adoção a estes sistemas, a definição de coeficientes técnicos e indicadores econômicos para cada tipo de sistema, se torna de fundamental importância para a consolidação de tais programas, bem como para a sua adoção.

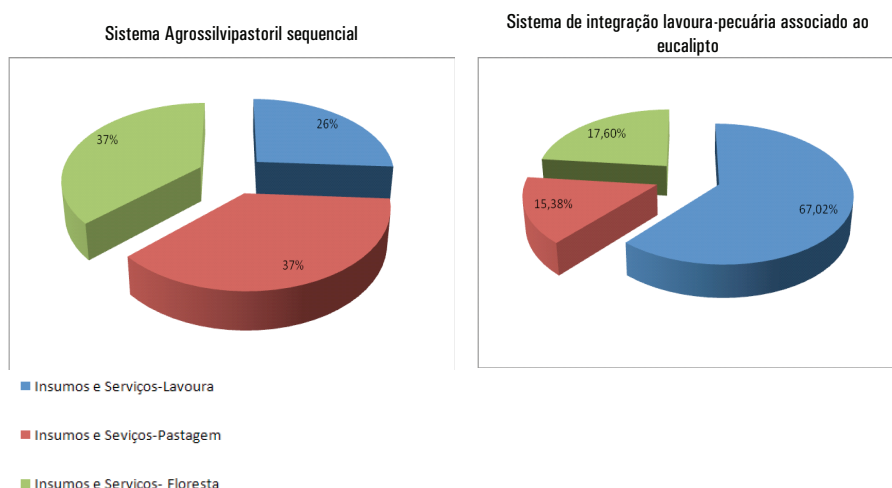
Oliveira et al. (2000) estudaram a sensibilidade econômica de um sistema agrossilvipastoril localizado na região Noroeste de Minas Gerais. O sistema foi caracterizado pelo plantio de eucalipto (na densidade de 205 pl ha<sup>-1</sup>) e arroz no ano zero, seguido do plantio de soja no ano um e do plantio do pasto no ano 2, com o período de engorda de bovinos se iniciando no terceiro ano e finalizando no ano 11 (época da colheita da madeira). Foi verificado que, neste sistema, os quatro primeiros anos apresentam saldo anual negativo, uma vez que a produção pecuária se inicia apenas no terceiro ano com a venda de gado a partir do quinto ano quando o saldo passa a ser positivo. A partir de então, sempre que há venda de gado o saldo é positivo até o último ano quando do corte e comercialização da madeira.

Por outro lado, Dubé et al (2002) definiram o peso de cada atividade na composição do fluxo de caixa para o mesmo sistema. Segundo os autores, as atividades de implantação e manutenção do componente florestal representaram a maior parte dos custos totais de implantação do sistema (37%). A atividade pecuária contribuiu com a mesma porcentagem dos custos totais, sendo 16% representados pelos custos de implantação da pastagem e 21% representados pelas atividades de aquisição, manutenção e transporte de gado. Por fim, a atividade agrícola, representou os 26% restantes, sendo 12% referentes ao cultivo do arroz e 14% ao cultivo de soja.

Resultados divergentes destes foram observados por Calsavara et al. (2011) e Calsavara et al. (2012). O sistema estudado se refere à recuperação de uma pastagem por meio do sistema de integração lavoura-pecuária associado ao cultivo de eucalipto (na densidade de 327 pl ha<sup>-1</sup>). Os autores observaram que a implantação do componente florestal con-

tribuiu apenas com 18% dos custos totais, enquanto que a implantação da lavoura com a pastagem representou 82% e, 67% dos custos foram referentes à lavoura de milho. Neste caso, também foi observado que as receitas advindas da produção do milho proporcionaram um saldo positivo já no primeiro ano. Além disso, como a pastagem foi implantada juntamente com a lavoura, o uso da área para produção animal foi iniciado já no primeiro ano, o que também contribuiu para agregação de renda.

Na Figura 8 pode-se observar a representatividade de cada atividade na composição dos custos totais dos sistemas estudados.



**Figura 8.** Representatividade dos diferentes componentes na composição de custos totais em dois tipos de sistema.

**Fonte:** adaptado de Dubé et al., (2002) e Calsavara et al., (2011).

A despeito das significativas diferenças apresentadas, é importante ressaltar que os estudos foram conduzidos em regiões diferentes e épocas diferentes. Além disso, outra diferença marcante é a finalidade do plantio. O sistema agrossilvipastoril sequencial foi implantado com a finalidade maior de produção de madeira, em uma área industrial. Por outro lado, o sistema de integração lavoura-pecuária com plantio direto associado ao cultivo de eucalipto, foi implantado em uma propriedade leiteira, onde a prioridade é a produção pecuária.

Assim, fica demonstrado que a avaliação financeira de sistemas integrados para fins de planejamento e financiamento rural, deverá levar em consideração diversos fatores, que abrangem não somente os aspectos técnicos dos componentes envolvidos mas também aspectos socioeconômicos do público alvo.

## **Transferência de tecnologia em sistemas integrados de produção**

A sistematização de informações técnicas que poderiam subsidiar a adoção de sistemas de iLPF, são escassas na região Sudeste do Brasil, assim como nas outras regiões, devido à formação recebida pelos nossos profissionais. Faltam nas universidades disciplinas que considerem o sistema produtivo como um todo e não fragmentado. Apesar de haver alguns profissionais do ensino e da pesquisa dedicados ao assunto iLPF, com trabalhos envolvendo abordagens mais amplas, esse esforço ainda é incipiente. Ainda é grande a lacuna existente entre a pesquisa e o que efetivamente atende às necessidades do produtor rural e o sistema produtivo em que está inserido. Apenas em se tratando do sistema simplificado como, por exemplo, a integração lavoura-pecuária, é que existem várias informações, inclusive já sendo utilizadas pelos produtores rurais há alguns anos.

Simplificadamente, pode-se afirmar que a região Sudeste possui regiões distintas do ponto de vista edafoclimático e socioeconômico. Parte da região é caracterizada por topografia plana, chuvas no verão e agricultura bastante desenvolvida, outra pela topografia também plana, mas com chuvas escassas e, por fim, uma de topografia acidentada, o que dificulta sobremaneira a exploração agropecuária, condições típicas das regiões do Sul, Zona da Mata, Campo das Vertentes e Leste de Minas Gerais, e de praticamente todo o Rio de Janeiro e Espírito Santo. Por isso, um cuidado especial deve ser dispensado a essa última região, devido às referidas dificuldades naturais e também à tradição de seus produtores. Raciocínio semelhante é válido para as demais Regiões fisiográficas do Brasil.

Sugere-se, a exemplo de outros estados, implantar metodologia de capacitação continuada, visando treinamento de técnicos multiplicadores do sistema de extensão rural dos estados (sistema Ater) e das empresas privadas, utilizando-se, por exemplo, a metodologia do Treino & Visita (T&V). O modelo T&V é uma eficiente forma de transferir tecnologia, pois a metodologia aplicada nesse sistema é de buscar, interpretar e gerar informações a partir da pesquisa ou da literatura e repassá-las aos técnicos especialistas e aos assistentes técnicos da extensão rural. Estes, por sua vez, o fazem aos técnicos multiplicadores, que levam a informação ao seu grupo de produtores. No sentido inverso, os técnicos multiplicadores observam e coletam, dos produtores, as informações que retroalimentarão os técnicos especialistas e os pesquisadores. Portanto, os pesquisadores, os técnicos especialistas e os assistentes técnicos da extensão rural devem reunir-se periodicamente para decidir as inovações que serão transferidas.

Em São Paulo, foi criado o Fórum Paulista de Integração Lavoura Pecuária Floresta, que congrega centros de ensino, de pesquisa e de extensão, visando desenvolver uma agenda comum que permita maior integração das ações, promovendo a articulação permanente entre as instituições. O Fórum tem como objetivos integrar dados e uniformizar metodologias visando à utilização compartilhada de dados; estimar coeficientes técnicos e econômicos para subsidiar prioridades de pesquisa, estratégias de transferência de tecnologia e políticas agrícolas; mensurar as interações produtivas agrônômicas, florestais e zootécnicas em iLPF; identificar e/ou gerar sistemas promissores para a consolidação da iLPF como alternativa à agricultura paulista; definir parâmetros para a avaliação da sustentabilidade da iLPF e estabelecer e implementar estratégias e mecanismos de divulgação, de transferência de tecnologia e de informação para o setor produtivo. Exemplo interessante, que deveria ser seguido pelos outros estados da região e do Brasil.

As unidades de pesquisas da Embrapa, por meio do programa iLPF, implantaram diversas Unidades de Referência Tecnológica (URT) em todo o Brasil, num total de 193, (MARTINS, et al, 2012). Tais URT's tem mostrado resultados técnicos e econômicos expressivos, tanto no siste-

ma de integração lavoura-pecuária (iLP), como no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF).

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos produtores rurais que permitiram o desenvolvimento de ações de pesquisas em iLPF em suas propriedades, bem como à Embrapa Gado de Leite e à Bünge, que viabilizaram a realização deste trabalho.

## Referencias

ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. Scaling up agroecological approaches for food sovereignty in Latin America. **Society for International Development**, n.51, v.4:280–472, 2008.

ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 80).

BALBINO, L.C; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco Referencial em integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 130p.2011.

BERGEZ, J.E.; A. J. I. DALZIEL, C. DULLER, W. R. EASON, G. HOPPE, R. H. LAVENDER. Light modification in a developing silvopastoral system in the UK: a quantitative analysis. **Agroforestry Systems** 37: 227–240, 1997.

BRESSAN, M; VERNEQUE, R. S.; MOREIRA, P.; JONES, A. S. Tecnologias utilizadas pelos produtores de leite de Goiás e suas relações com questões de sustentabilidade e competitividade do segmento de produção. In: Simpósio Sustentabilidade da Pecuária de Leite no Brasil, Goiânia, 1999. **Anais...**Juiz de Fora: EMBRAPA GADO DE LEITE, Goiânia: SERRANA/CNPq, 1999.274p.p.21-44.

---

BRIGHENTI, A.M.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W.S.D.; MARTINS, C.E.; DEMARTINI, D.; COSTA, T.R. Sensibilidade diferencial de espécies de braquiária ao herbicida glifosato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p. 1241-1246, 2011.

CALSAVARA, L.H.F.; MÜLLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; MARTINS, C. E.; SOUZA SOBRINHO, F.; ROCHA, W. S. D. Coeficientes técnicos e custos de produção em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais-CBSAF, 2011, Belém. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**. Belém: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2011.

CALSAVARA, L.H.F.; MÜLLER, M.D.; MARTINS, C.E.; ROCHA, W.S.D.; SOUZA SOBRINHO, F.; BRIGHENTI, A.M. Influência da lavoura no desempenho econômico de um sistema iLPF. In: 2º iLPF Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, 2012, Montes Claros. **Anais do 2º ILPF Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta**. Montes Claros: Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, 2012<sup>a</sup>.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, O. M. de; VIEIRA, S. R.; MARIA, I. C. Sistemas de preparo de solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 27-51.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ OVEJERO, R. F.; CARVALHO, J. C. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2003. 90 p.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.) **Manejo integrado: cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. O. Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-CNPAP, 2003. p. 443-458.

COELHO JÚNIOR, L.M.; RESENDE, J.L.P. de; OLIVEIRA, A.D. de; COIMBRA, L.A.B.; SOUZA, A.N. de. Análise de risco de um sistema agroflorestal sob situação de risco. **Revista Cerne**, v.14, p.368-378, 2008.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Requisitos para a implantação e manutenção do Sistema Plantio Direto. In: EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). **Plantio Direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p.19-27.

DUBE, F.; COUTO, L.; SILVA, M.L. da; LEITE, H.G.; GARCIA, R.; ARAUJO, G.A.A. A simulation model for evaluating technical and economic aspects of an industrial eucalyptus-based agroforestry system in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, n.55, p.73-80, 2002.

EMBRAPA MILHO E SORGO. **BRS 800**: Sorgo para pastejo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 1 Folder.

EVANGELISTA, W.V. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril**. 2007. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

FINGER, C.A.G., SCHNEIDER, P.R., BAZZO, J.L., KLEIN, J.E.M. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne** 7, 53-64, 2001.

FONTAN, I.C.I. **Dinâmica de copa e crescimento de clones de eucalipto submetidos a desrama em sistema agrossilvipastoril**. 2007. 68 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.



FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; PEREIRA, J. L.; VIANA, R. G. Efeitos de herbicidas no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 69-78, 2005b.

ICRAF. Resources for agroforestry diagnosis and design (Working paper 7). ICRAF, Nairobi, Kenya,. 1983 . 292 p.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; SILVA, A. F.; SILVA, L. L.; FERREIRA, L. R.; VIVIAN, R. Efeito de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropec. Tropical**, v. 36, n. 1, p. 53-60, 2006.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005a.

JOSÉ, S.; GILLESPIE, A.R.; PALLARDY, S.G. Interespecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforestry Systems**, v.61, p.237-255, 2004.

KICHEL, A.; MACEDO, M. C. **Milheto**: a opção forrageira para alimentar animais na época seca: Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 1994, 1p. (Embrapa-CNPGC. CNPGC Informa, 2).

KLUSMANN, C. K. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. **Plant Research Development**, v. 17, p. 92-104, 1988.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P de.; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J. G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa**: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas

anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 38).

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. **Renovação de pastagens de cerrado com arroz**. I: Sistema Barreirão. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1991. 20 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 33).

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-142.

KRUG, E.E.B. **Sucessão da Agricultura Familiar** – Como Preparar o Futuro das Propriedades Leiteiras. In: Alternativas para produção sustentável da Amazônia. (Eds), Elizabeth Nogueira Fernandes ... [et al.]. Brasília/DF: Embrapa, 2013. 304 p.

MARTINS, C. E.; HOTT, M. C.; LIMA, V. M. B.; BALBINO, L. C. Geographic distribution of reference units of the technology transfer program in crop-livestock-forest integration systems. In: II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK. II. 2012, **Anais...** Porto Alegre. UFPR, 2012. 3 p.

MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N.; VILELA, L.; VARGAS, M. A.; CARVALHO, A. M. **Manejo da micorriza arbuscular por meio de rotação de culturas nos sistemas agrícolas dos cerrados**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001, 3 p. (Embrapa Cerrados. Documento Técnico, 42).

MÜLLER, M. D. ; BRIGHENTI, A. M. ; PACIULLO, D.S.C ; MARTINS, C. E. ; CASTRO, C.R.T . **Cuidados para o estabelecimento de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010 (Circular Técnica).

MÜLLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; Paciullo, D.S.C ; MARTINS, C. E.; CASTRO, C.R.T. **Cuidados para o estabelecimento de árvores em siste-**

---

**mas de integração lavoura-pecuária-floresta.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010 (Circular Técnica).

MULLER, M. D.; NOGUEIRA, G. S.; CASTRO, C. R. T. et al. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p. 1148-1153, 2011.

NAIR, P.K.R. **An introduction to Agroforestry.** Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1993, 499 pp.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; MACEDO, R.L.G.; MOREIRA, F.M.S.; D'ANDRÉA, A.F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvipastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.105-112, 2009.

NEVES, C.M.N.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; MACEDO, R.L.G.; TOKURA, A.M. Estoque de carbono em sistemas agrossilvipastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p.1038-1046, 2004.

OLIVEIRA NETO, S.N. de; PAIVA, H. N. Implantação e manejo do componente arbóreo em Sistema Agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO, S. N. de; VALE, A. B. do; NASCIF, A. de P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. de. (Org.). **SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL - Integração Lavoura, Pecuária e Floresta.** Viçosa, MG: Editora Arka, 2010, v. 01, p. 15-68.

OLIVEIRA, A.D. de; SCOLFORO, J.R.S.; SILVEIRA, V. de P. Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de Cerrado. **Ciência Florestal**, v.10, p.1-19, 2000.

OLIVEIRA, I. P. de; KLUTHKOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. de A.; SILVA, A. E. da; PINHEIRO, B. da S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. da M. de; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE J. de C.; BALBINO, L. C. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pasta-**

gens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: Embrapa-CNPAF. 1996, 87 p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 64).

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A.; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf cv. marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.748-757, 2007a.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; VENTURIM, N.; BOTELHO, S.S.; HIGASHIKAWA, E.M.; MAGALHÃES, W.M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, n.1, p.40-50, 2007.

PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M. et al. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, p.166-172, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; PIRES, M. F. A. Sistemas silvipastoris para a produção de leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 23. 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 327-351.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.04, 2007.

PAES LEME, T.M.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n. 3, p. 668-675, 2005.

PALM, C. A.; GILLER, K. E.; MFONGOYA, P. L. Management of organic matter in the tropics: translating theory into practice. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 61, n. 1, p. 63-75, 2001.

PITOL, C.; GOMES, E. L.; ERBES, E. I. Avaliação de cultivares de soja em plantio direto sobre braquiárias. In: FUNDAÇÃO MS. **Resultados de pesquisa e experimentação**: safra 2000/2001. Maracaju, 2001. p. 40-48.

POLLI, H.Q., REIS, G.G., REIS, M.G.F., VITAL, B.R., PEZZOPANE, J.E.M., FONTAN, I.C.I. Qualidade da madeira em clone de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetido a desrama artificial. **Revista Árvore** 30, 557-566, 2006.

PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M.J.S.; NICODEMO, M.L.F.; DERE-TI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. 1. ed. Colombo: Embrapa, 2009. v. 3000. 48p.

PULROLNIK, K., REIS, G.G., REIS, M.G.F., MONTE, M.A., FONTAN, I.C.I. Crescimento de clone de plantas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex MAIDEN) Submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na região do cerrado. **Revista Árvore** 9, 495-505, 2005.

RODRIGUES, B.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. (Edição dos autores). Londrina, 1998. 648 p.

SALTON, J. C. Opções de safrinha para agregação de renda nos Cerrados. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4. 1999, Uberlândia. **Plantio Direto na Integração lavoura pecuária**: Anais. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 189-2000.

SANZ, J. I.; MOLINA, D. L.; RIVERA, M. El arroz se asocia con pasturas en la altillanura colombiana. **Arroz en las Americas**, Cali, v. 14, n. 1, p. 8-9, 1993.

SILVA, A. C.; CARNEIRO, J. E. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Consórcio entre feijão e *Brachiaria brizantha* sob doses reduzidas de graminicida. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 71-76, 2006a.

SILVA, A.C.; FREITAS, F.C.; FERREIRA, L.R.; FREITAS, R.S. Dessecação pré-colheita de soja e *Brachiaria brizantha* consorciadas com doses

reduzidas de graminicidas. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 41, n. 1, p. 37-42, 2006b.

SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; WERLANG, R. C. Influência do uso de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 24, 2004, São Pedro. **Resumos expandidos...** São Paulo: SBCPD, 2004a. 1 CD-ROM.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; PAIVA, T. W. B.; SEDIYAMA, C. S. Efeito de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e *Brachiaria brizantha*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 429-435, 2004b.

SOUZA, A.N.; OLIVEIRA, A.D. de; SCOLFORO, J.R.S.; REZENDE, J.L.P.; MELLO, J.M. de. Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal. **Cerne**, v.13, p.96-106, 2007.

SOUZA, H.N.; CARDOSO, I.M.; SÁ MENDONÇA, E.; CARVALHO, A.F.; OLIVEIRA, G.B.; GJORUP, D.F.; BONFIM, V.R. Learning by doing: a participatory methodology for systematization of experiments with agroforestry systems, with an example of its application. **Agroforestry Systems**, v. 1, p. 1-1, 2012.

VALE, R.S., MACEDO, R.L.G., VENTURIN, N., MORI, F.A., MORAIS, A.R. Efeito da desrama artificial na qualidade da madeira de clones de eucalipto em um sistema agrossilvipastoril. **Revista Árvore** 26, 285-297, 2002.

VENTURIN, R. P.; GUERRA, A. R.; MACEDO, R. L. G. de; VENTURIN, N. MESQUITA, H. A. . Sistemas agrossilvipastoris: origem, modalidades e modelos de implantação. **Informe Agropecuário** (Belo Horizonte), v. 31, p. 16-24, 2010.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M; MARTHA JÚNIOR, G. B.; KLUTHCOUSKI, J. **Benefícios da Integração Lavoura - Pecuária**. In: KLUTHCOUSKI,

---

J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 145-170.

VILELA, L.; MIRANDA, J. C. C.; SHARMA, R. D.; AYARZA, M. A. **Integração lavoura-pecuária**: atividades desenvolvidas pela Embrapa Cerrados. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 31p. (Embrapa Cerrados. Documento, 9).

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; et al. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas tropicais**, v.25, n.1, p.23-26, 2002.

YOUNG, A. **Agroforestry for Soil Management**. 2. ed. Nairobi: ICRAF, 1997. 320 p.

# CAPÍTULO 18

## Technical assistance for agricultural development, a review of international Experiences with Focus on Dairy<sup>1</sup>

*Hans Schiere*

### Abstract

Agricultural development and 'technical assistance' are part of what are called 'agricultural knowledge and information systems (AKIS)'. This paper is specifically on the role of what here is named Technical Assistance *sensu latu* (TASL). That is an amalgamation of what the organizers of this conference called 'Approaches of Technical Assistance and Rural Extension'. Many forms and concepts exist around TASL and stakeholders may not share vision and/or interest and/or definitions. This paper thus defines major terms and it illustrates issues and methods at stake without aiming to be a comprehensive. Good and bad cases of TASL are described and one main point is that choice for approach and technology depends on local conditions and on visions for development. No silver bullets exist but broad-brush suggestions can be made on which choices are needed. This paper addresses three basic questions of which the first is the need to illustrate success and failure from TASL cases in different settings from many countries. The second question is on types of contexts (farming systems) and categories of technologies, here called 'TSL' ('technology *sensu latu*'), an acronym to stress a need for broader concepts than only technical ones. It is proposed that one can better target TASL by using categorizations of farming styles and 'phases of development'. The third question is on challenges for the public and

---

<sup>1</sup>Original title proposed by organisers: An International Overview of (New) Approaches of Technical Assistance and Rural Extension



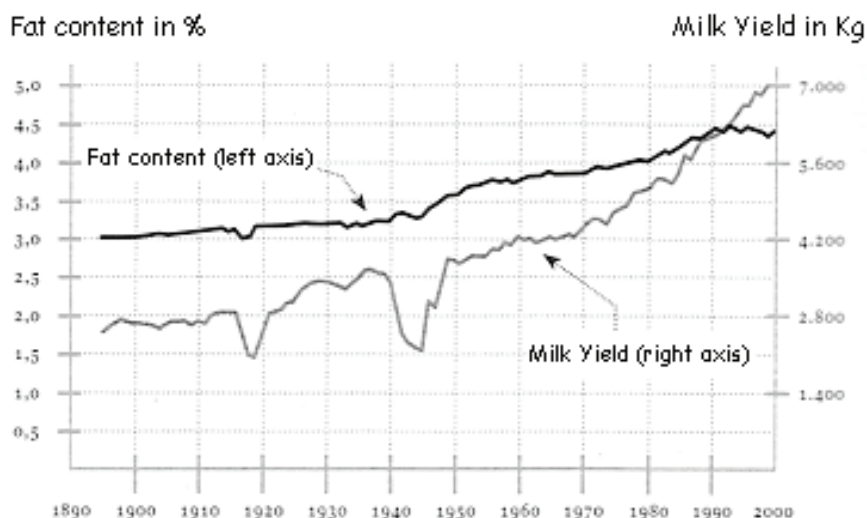
private sector around TASL for a sustainable future. Conclusions are, among others, that a) enough forms of TASL, and that b) much TLA is available. Therefore, c) durable success of TASL in agriculture and rural development depends on handling variation in farming system, on proper matching of TSL with the contexts and on supportive policies and markets. Objectives in rural change and agricultural production may be at odds with each other, phrased in choice diagrams as the 'balance between community and commodity'. The balance between reactive and proactive approaches in sustainability publicly controlled TASL thus continues to be important to ensure 'the common good' rather than imbalanced development.

## Introduction and definitions

Some countries are more successful in agriculture than others. And some regions and producers are more successful than others. This paper asks in the first place how TASL (Technical Assistance *Sensu Latu*) can help rural and agricultural development, even if those two may be at odds with each other as shown in the tension between production for commodity or community at the end of this paper. Many cases from dairy development are shown, especially from the Netherlands, which is a successful country when considering labour productivity, yields per unit and export achievements (Figure 1; Table 1). Cases from other sectors in agriculture and other countries are also given, from livestock and crop production. This answers the first question, the need for useful examples of TASL. The result is a list with a bewildering variation of tools, approaches and technologies. That is followed with categorizations to answer the second question to help make sense out of the 'bewildering variation' and to better understand the opportunities and choices for work in TASL for the short term. The paper concludes with a third issue, i.e. the big choices that farmers, countries and companies face for the longer term and the continued role for public TASL.

Indeed, tools and approaches in TASL as well as technologies available for agricultural and rural change are too many for a comprehensive review in some 15 pages. Therefore, this paper uses some examples from

a wide range of cases to show what is possible. All people in the chain are part of the AKIS while some may have opposing aims and choices are unavoidable. For example, small farmers and large corporations do not always agree on the use of land and other resources. Also, higher yields imply lower prices, not always to the benefit of the producer. Further, not many stakeholders are easily convinced. Farmers, scientists, consumers tend to have hang-ups and the question on **'how to do things right'** tends to often be confused with **'how to do the right things'**. For example, the dairy sector may want to know how to sell [excess] milk at a good price rather than to wonder whether at all it should be producing more milk. The crop sector may ask **which** chemical to use against pests and diseases rather than to (also) ask **whether** to use chemicals in the first place. This paper aims to clarify these issues by listing examples, by providing frameworks for choice and opportunities on the short term and by listing choices for a sustainable future.



**Figure 1.** Average milk yield in kg milk/ cow/ year and fat content by Dutch dairy stock in the period 1895-2000 (Bieleman, 2008 quoting Knibbe, 1993); Note: clear dips are due to WWI and WWII with a less visible long term increase of milk yield after new breeding policies of the 60ies (see text), and a after the introduction of a quota system in 1984 when farmers had to strongly select their animals.

**Table 1.** Development of dairy farming in the Netherlands (Van Horne & Prins, 2000).

	1960	1985	2000
Farms with dairy cows x 1,000	185	58	29
Dairy cows x 1,000	1,628	2,367	1,504
Dairy cows per farm	9	41	51
Milk yield per cow in kg	4,205	5,371	7,034
Milk production x 1 mln kg	6,721	12,525	11,173 a)

The following definitions are used in this paper:

- The term Technical Assistance (in Spanish ‘asistencia tecnica’) is defined broadly by including notions of ‘rural extension’ as used by the organisers of this conference. It is thus referred to with its acronym TASL, i.e. Technical Assistance *sensu latu* (in a broad sense). It is in this paper basically participative process, with information flows from farmers to researchers and vice versa, generally also considering issues of whole farm development and supply chain rather than only ‘details’ on the farm alone.
- Stakeholders and actors in TASL, sometimes called ‘players’, are farmers as well as consumers, government, NGO’s and business. Official TASL in this paper refers to work by governments and informal TASL is done by informal networks with all kind of players.
- Tools of TASL are megaphones, mass media, group meetings, powerpoints, insights from sociology and psychology, demonstration plots, on-farm research, pilot farms, scenario studies, subsidies, fines, legislation, creative mindsets, et cetera.
- Technology in this paper is called TSL (Technology *sensu latu*), i.e. including skills, knowledge, organisation and machines as well as use of inputs. The term TSL thus implies more than a single focus on ‘hardware’ like machines, inputs like feeding of concentrates, soil preparation, application of fertilizer, dehorning or calf rearing).
- Differences between incremental- and ‘system’ change refer to step-wise technology change versus system changes where entire farming systems are redesigned. The term system change is used in much work of the Dutch but phase change is quite a good synonym and this paper uses mode change (Box 1). Basically the choice between incremental and mode has to do with the difference between

‘doing things right’ (incremental change) or ‘doing the right things’ (system change).

- The distinction ‘default and design’ stresses that TASL can work on ‘more of the same’ (default, doing things right), while perpetuating ‘system errors’ versus focus on how to do right things (design). Design focuses on system changes, including change of mindsets for the longer term. Successful ‘default technologies’ can gain time but eventually they require bigger effort at re-design.
- The term farming systems has static and dynamic notions. Static notions focus on how farms are organized (number of animals/ha, who is the owner, what is the profit, type of fertilizer, feed and so on). Dynamic notions focus more on ‘processes’ and less on ‘how things are’. Thus, dynamic notions focus on ‘farming styles’ that can be conventional, intensive, extensive, sustainable etc. (VAN DER PLOEG (2003, 2009).

**Box 1.** System changes, also called mode changes and/or phase changes.

Different scientific traditions can use different terms for the same thing. One case is the term ‘system change’, referring to ‘changes -in-the-whole-farm’ rather than (incremental) on parts of the farm alone. Other words for the system change are ‘mode change’ (this paper) and/or ‘phase changes’. Confusion can exist, however, e.g. because incremental change may imply mode changes at farm- or community level. One case in this paper is where use of fertilizer by the innovative Dutch PB de Boer implied need for new shed design due to a changed grass - harvesting system when grass started to grow quicker. Another case is where introduction of new TLA changes family life and societies. The distinction between incremental and mode change is thus to direct the discussion rather than to get lost in detail.

Mode changes via incremental change were common in Dutch TASL after WWII, e.g. on greater use of credits, use of more inputs and machinery, centralised services due to economies of scale, new balance between local and global supply chains, (re)design of housing and keeping systems for nutrient cycling and/or animal welfare. Examples in this paper of mode changes in dairy from other countries are the shift from ranching with beef cattle into more intensive dairy by crossbreeding and new housing systems (e.g. Peru), the shift into well functioning milk - collection and -payment schemes (India) and a shift from grazing to cut & carry (Kenya), the work on organic farming with little support (till the 90ies) of official TASL but with great effect for redesign of conventional farming (integrated pest management, crop rotations, mechanical weeding, recycling).

Major underlying questions for this paper are to review TASL-models and to indicate how things can be useful for Brazil to develop its (dairy) farming, so as to become more competitive on the world market. The central issue is that a silver bullet does not exist and that choices are to be made between approaches and tools of TASL as well as between different forms of TSL depending on local conditions, availability of funds

and vision of the future. Overall a general answer is that the role of official TASL, also in The Netherlands (Table 2). Moreover TASL is increasingly done by input supply and/or processing companies as well as by specialist private adviser. The role for public agencies and TASL is briefly discussed at the very end of this paper.

**Table 2.** Most important 'colleagues' in a farm, excl. family members like parents, brothers, sisters, partner and children (based on an informal questionnaire among 24 animal breeders from all ages and both men and women (Maarten van Woerden, Pers. Comm., 2015)).

Top three contacts	Middle category	Not mentioned
-Custom worker <sup>1)</sup> , for 'work' as well as tips and 'sounding board' (6x)	-the bank (2x)	-accountant/bookkeeper
-the representative of the feed company (5x)	-the vet (2x)	
-people from outside agriculture (community groups, friends, theatre or choir) (4x)	-studygroups (2x)	
	-dairy cooperative (2x)	
	-technical adviser (1x)	

**Note:** the person or company that comes to work on the farm, on demand, usually for machine jobs like plowing, fertilizing, harvesting.

## Section I: Players, approaches and tools in TASL, some history

Discussion of (dairy) development in the Netherlands and countries from other climate zones can serve to learn lessons and select TASL tools and methods. This part of this paper therefore gives examples from several such places. To start with, late 19<sup>th</sup> century the W-European farmers and agricultural markets were in crisis. Cheap grain came from places like Ukraine, central US and Argentina where land was cheap and cheap steam transport became available by sea and train. The Netherlands felt this effect and government started to actively invest in infrastructure and research. While cutting corners, that is why and when the now well known Wageningen<sup>2</sup> University was founded. Initially the role of government was small. Most of the TASL was done by informal organisations that would now be called NGO's. But official TASL started to overshadow informal TASL, especially in the decades directly after WWII under guidance of Mansholt (a powerful and visionary socialist minister of

<sup>2</sup>The location Wageningen was chosen also because its proximity (walking and cycling distance) to different farming systems on resp. river clays, sandy hills and peatsoils. At that time diversity was a ruling paradigm!

agriculture) Much is written on changes in (Dutch Dairy) farms, farming styles, policy and TASL (BIELEMAN, 20...); Schiere & Diniz 2012, Melkweg., De Jong (1996), Lankveld (2012); Van Der Ploeg (2004; 2010); Merrienboer.; vdBan & Hawkins (HILDEBRAND,1983); Collinson, 2002. That will not be completely reviewed in this paper. Here the focus is on a range of cases to illustrate the lengths and the breadths of what is possible, successful and/or failure.

First, clergy, local elite, schoolteachers and visionary farmers were crucial indeed for the informal AKIS over the past century, a role eventually taken over by government and later by private companies and NGO's. But not all 'stakeholders' played a positive role. Sometimes the church preached against modernisation and elsewhere the church took an active lead. A curious case of the mid 20<sup>th</sup> century is of an extension specialist (later Wageningen professor) who wanted farmers to use bees to get better pollination in their orchards and more fruits. He only dared go to some farmer meetings if accompanied by a priest, due to fear for farmers that were averse to 'new ideas'. And finally, in the mid/late 19<sup>th</sup> century it were farmers and traders who found dairy markets in the UK so good that they started to adulterate their butter. The result was a severe dip of Dutch butter sales and some London shops even advertised by saying 'we sell no Dutch butter'. Danish were quick to benefit and Dutch dairy had to go a long way with much local initiative and visionaries affecting change of mindset to regain British markets. Quality in the supply chain is not a recent issue indeed, with both farmers and salesman playing bad and good roles. Many food scares of the past decade are caused by management at higher level rather than by farmers tampering with food quality at [small] farm level.

Farmer's initiative can also work wonders, however, whether done individually or as group. But in the first part of the 20<sup>th</sup> century farmers themselves also started training farm youth, in evening hours and/or winter season. And one innovative (dairy) farmer PBdeBoer in the first half of the 20<sup>th</sup> century began to use fertilizer for higher grass yields. That was initially against official TASL. Only much later he got a honor-

ary doctorate when 'officials' recognized the value in what they first opposed. More recently, halfway the 2<sup>nd</sup> half of the 20<sup>th</sup> century it was the organic movement that achieved progress, often almost against official AKIS paradigms. Those organic farmers helped develop methods, however, that were later useful for conventional farmers when those had to change their way of farming towards lower input use. The (early) organic farmers innovated in terms of wider crop rotations, integrated pest management, mechanical weeding, short chain marketing and the like. And a case from the Philippines) is where a local entrepreneur started a successful restaurant-chain with 'local chickens', against advice of official TASL. Last but not least, there are Dutch farmers that develop new ways of manure application, against official policy. Court cases were fought, lost and won by these farmers that acted against the letter of the law but according to the spirit of the law. A bitter difference indeed with official TASL of around 1980 that experimented with over 1000 kg N/ha on maize to see whether maize could serve as a way to dispose of excess dung.

Indeed, 'players' in official and informal TASL are variable, not allowing generalisation and each of them can be right and wrong, sooner or later. But in the end it are the people rather than TASL approaches of both farms and extension services that make things move. One feed company official complained of his 'old-hand-extension workers' who could not get used to variation between farmers and he praised the young fellows who understood the differences between farmers. And the PhD-thesis by a later director of the Institute of Agricultural Economics describes how farmers in similar conditions of newly reclaimed land had differences in farm income of 'the order of a yearly salary of a government minister' (ZACHARIASSE, 1974). So far on the variation among stakeholders and players in official and informal TASL.

Much variation also exists in tools and approaches of TASL with choices depending on differences between people and local conditions. Linear, top down TASL does exist and it was used also in The Netherlands, e.g. where crop farmers in the newly reclaimed lands of the post WWII era slept 'with the extension handbook on the shelf over their bed'. But even

in there, TASL-officials started to see that the farmers need tailor made advise that is co-tailored by the farmers themselves (Vereijken c.s.). Some 'tools' are given below, stressing that TASL should be a matter of interaction between officials, farmers, producers and consumers.

One tool of TASL is the use of 'kitchen table discussions', using a mix of brainstorm, jokes, seriousness, scenario studies (see below) and common sense. It helped me to understand the so-called 'dual economy' of poor versus wealthy farmers, and the fact that low yields may make more economic sense than high yields. Kitchen table and other informal meetings were useful (for me) to better orientate the TASL on grassland in Peru, to change some goat farms, to make a straw feeding systems more practical, to help re-direct local biodiversity programs, to developed methods for backyard rabbit farming and many examples could be given.

An often misunderstood tool for TASL is the use of subsidies that in general opinion tend to refer to 'pork-barrel schemes' without seeing that subsidies 'sensu latu' come in a variety of shapes and processes. First, European farmers benefit(ed) from subsidies on structural change (land consolidation, roads, free education), but they were also getting pressure from an array of taxes and fines that are subsidies (albeit in a negative sense). Much of the environmental policy was enforced by a policy of fines and strict bookkeeping. Maligned subsidies, e.g. on the milk price in early Mansholt years were not meant as subsidy but it originated from an ingenious self-financed scheme to protect the country from world market vagaries. Protection of local markets can be useful indeed (Niek Koning, Pers Comm.) even if too much is too much. Taxing that benefits larger businesses more than smaller farmers are, in fact, a subsidy for the wealthy and a tax for the poor. Some countries have laws against sale of local milk under pretext of 'public health', serving as subsidy against rural development. And ineffective control on opening of new land is in fact a subsidy for land grabbers. Hidden subsidy also lies in education systems that (by default) prepare students for work in standard farming instead of teaching methods to cope with farming in resource poor areas.



Scenario studies can be crucial, as ex-ante or ex-post tests as well as to monitor suitability of a TSL. Scenario studies also exist in a broad variation, including use of role plays, 'cigar box' calculations, complex computer programs or using rules of thumb. For example, knowing that >600 litres of water may be needed to produce 1 litre of milk can help to sensitize producers for the need to reconsider the choice on 'how to produce milk' into 'whether to produce milk'. Such calculations had dramatic effects in Southern Australia where grain farmers came to understand that they lost 40 kg top soil per kilo of grain. Use of economic values is crucial, e.g. knowing that every kilo of concentrate does not produce much more than 1-1.5 litre of milk. 'Scenario studies' were what Einstein used to call 'thought experiments' and they never give a right answer but they save money and effort by predicting bottlenecks and opportunities. They helped me myself to understand farming systems in a dairy program for Kenya which later helped me also see the differences between scales of markets (Figure 5b/c). They also helped me understand why New Zealand farmers, with cows of 3000 litres, can outcompete on the world market with the European farmers that have yields of 8000 litres or higher. Scenario studies were also part of work at 'de Marke' (Box 2), especially after that farm was well established. Scenario studies were further also basis for the design of the so-called hi-tech and low-cost farm in the Netherlands with clear differences in terms of TSL for the two farming styles (Table 3).

**Table 3.** Ex post comparison between the 'economics' of a 'low cost' and a 'hi tech' dairy farm in the Netherlands (based on Van Der Ploeg, 2009).

	Low cost	High tech
Units of labour	1	1
Working hours (man hours / yr)	2500	2490
Land area (hectares)	32	35
Milking cows (heads)	53	81
Milk yield per lactating cow	7547	9673
Total milk (kg / yr)	400,000	783,515
Concentrates (€ / 100 kg milk)	3.8	7.5
Calculated labour cost (€ / 100 kg milk)	13.0	6.7
Costs of technology (€ / 100 kg)	5.4	7.1
Production costs (€ / 100 kg)	34.5	34.7
Income (€ / working hour)	19.20	16.36

Pilot or model farms are a last 'tool' in TASL to be mentioned here. They are not crucial tools in a strict sense and from my own experience. I know how difficult it can be to manage 'official' pilot farms. But Dutch TASL and many other groups profitably used different forums of 'pilot farms' (Box 2), run by enthusiastic people, NGO's or even government offices. Not in the least, the concept of model farmers, lead farmers and so on acknowledges that individual farmers can serve as an example for their peers, serving as one of the many 'guises' of Pilot farms. Three things are perhaps crucial in this respect:

- The concept of the pilot tends to imply mode change, but should be taken as a 'model' only, not as a 'blueprint',
- Small (incremental) TSL's also shown and taken up by farmers individually even if the complete farm model is less than useful,
- The difference between demonstrating and testing is a thin line, trodden with some success in many Dutch pilot farms of for example 'de Waiboerhoeve', 'de Marke' and the 'experimental nitrogen farms'.

**Box 2. Pilot farms and mode / phase changes.**

Pilot farms can be important when introducing 'mode changes'. Typical cases in the Netherlands are the OBS (on cropping), the 'low -cost' and 'high tech' farms at PR, and 'de Marke'. Private companies have had their own pilot farms for demonstration purposes. The pilot farm 'de Marke' was a real life pilot farm, initiated by a mix of government, farmers organisations and a native-NGO to achieve drastic reduction of nutrient surplus while maintaining farm income. (Aarts, 2000; Verloop, 2013) More examples of pilot farms can be listed, also from other countries, with a prominent place for individual farms of visionary farmers. Some cases are even known in The Netherlands where producers with their 'pilot' got an 'innovation-award' from one ministry for concepts that were 'illegal' when tested against lagging legislation from another ministry. Indeed, pilot farms exist in many forms and need not be government run. The point is that pilot farms serve a) to show and test a new concept, b) to make producers, consumers, advisers, researchers and policy makers think of changes possible and c) that work on 'mindsets' is part and parcel of work with pilot farms. Dutch dairy farmers at first came to visit 'de Marke' to convince themselves why the envisaged drastic reduction of fertilizer was not possible. After some years they visited again, however, to see how they themselves could do what at first they thought would be impossible. Basically in some 5 years they shifted from use of more than 500 to less than 250 kg pure nitrogen / ha. That is a mode change indeed!

## Successes (and failures) and role of Wageningen as part of 'official' TASL

A quick brainstorm, specifically on impacts of official Dutch TASL on farming in The Netherlands gives interesting examples, both good and bad. They are told here 'in proze' and more specifically in Table 4 where the influence of private initiative was larger.

- Breeding of Friesian dairy cattle ran into a dead end by the mid 1960<sup>ies</sup> when the then professor Politiek of Wageningen challenged the breeding-establishment on their vision and methods. International comparisons showed the renowned Friesians to be inferior breeding stock and decades of collaboration between university and private breeders got the Dutch cows back to the international scene, to begin with Sunny Boy and now even with crosses of European and Indian cattle such as with the Girolanda.
- Work on pests and diseases by official TASL helped to improve production across the entire agricultural sector. In dairy it helped to better understand and cope with metabolic disorders and parasitism in young stock, to mention only two examples.
- Epipre was a program aiming to use computer models to better understand dynamics of rust in wheat. It asked farmers to count infestations and by doing so, inadvertently, it educated the farmers (changed their mindset) to better observe their crops and thus to some extent making the models unnecessary.
- The government initiated new cross breeding in fruit after WWII to ensure competitive Dutch fruit growing for the future. The Elstar-apple was one of the results which helped the sector to survive in the 1980<sup>ies</sup> and later, ironically helped by a strange set of severe frosts, a somewhat 'illegal' action of the main breeder and other chance happenings.
- Internationally modelling work (scenario studies) by CTdeWit c.s. helped to better understand plant growth. In West Africa is helped 'discover' that phosphate was more limiting than water (even if water is always welcome there).
- Environmental side effects from heavy reliance on input based technologies in the 1970<sup>ies</sup> were addressed by a remarkable mix of government-, farmer- and nature conservation groups. Drastic reductions in nutrient and chemical use were the result by introducing system rather than incremental change (Box 2).
- MPS<sup>3</sup> in horticulture was run mainly by private initiative but it cannot be enough advertised for its effect on residue reductions in horticul-

<sup>3</sup>Milieu programma sierteelt, in English called 'more profitable sustainability' (<http://www.my-mps.com/en/>)

ture. Similar certification programs like Eurepgap were developed by the private sector with 'Wageningen' often as participant. Integrated pest management with biological means took a leap especially in horticulture, through the work of a private entrepreneur called Koppert<sup>4</sup> who has an large range of products that control pests and diseases.

- Plant breeding, by public or private sources has impacted much on farm yields and income. The Elstar apple was mentioned above and relevant for dairy are development of maize types (for silage) that could grow at higher latitudes (incl. the north of the country) as well as new and robust clover types for grassland mixes for dairy in the 1990<sup>ies</sup>.
- In terms of animal welfare and food safety many cases are around in The Netherlands where a mix of official and informal TASL helps design new animal housing and marketing concepts, often with Wageningen in the drivers 'seat.

**Table 4.** Development in Dutch dairy farming (LEI data quoted by Van Horne & Prins, 2000).

Period	Land/ farm (ha)	Yield/ cow (kg)	Cows /farm (#)	New technology input
1961-1965	14	4,120	18	-wide-scale introduction of milking machines
1966-1970	16	4,350	22	-higher fertilizer use on grassland -milk cooling tank
1971-1975	20	4,875	34	-from hay to grass-silage -loose housing system with cubicles.
1976-1980	22	5,340	48	-maize feeding -higher concentrate feeding
1981-1985	25	5,700	54	-cow identification for individual feeding -wide-scale use USA Holstein-Friesian blood
1986-1990	29	6,575	49	-embryo transplantation
1991-1995	31	6,975	51	-environmental protection (e.g. manure injection)
1996-2000	35	7,525	55	-introduction milking robot

To conclude this listing for TASL in crops and livestock products, some innovative Dutch farmers now use fixed 'tracks', among others to reduce damage of heavy machines on soils, pioneered by individual (organic) farmers (Korteweg c.s.), later also by Wageningen. There is also ongoing design of new crop rotations in narrow strips (Sukkel c.s.) and novel greenhouses have been developed that are 'source' rather than 'sink' of energy (de Zwart c.s.). Much of this is not unique to the Netherlands, and, among others, the Dutch continue to use such TASL in many other countries, e.g. to set up milk grids in East Africa. A uniquely

<sup>4</sup><http://www.koppert.com/company/>

Indian case used mainly informal TASL in the 1960-1990<sup>ies</sup>, with government support and a brilliant leader (Kurian). Cheap surplus milk powder from Europe helped finance a national milk grid in India which hinged upon a reliable and direct payment system, a charismatic leader and on political support. Much successful TASL exists indeed, of course always with drawbacks and almost always a mix of official and informal TASL. The point is that there is an abundance of methods, technologies and good as well as bad examples in TASL. There is abundance, no lack of experiences that will be taken up if markets and other conditions are conducive.

## **Section II. From cases to trends, from static to dynamic**

The successes and failures of TASL listed so far did not refer to the place of (dairy) farming systems in their space and time context. And Dutch dairy may excel because of good TASL but its real strong points are the Dutch context. Its ecology has grass that is better than many tropical concentrate feeds, imported feeds are cheap and farmers have a long dairy tradition. But land prices are high, population densities are high with people that find nature/tourism more important than farming. Still, the Dutch can compete with high yields (close to 9000 lts) while competitors produce cheaper at 4000 lts per animal per lactation.

TASL is important but this section provides logic in the variation of contexts, on why high yields can be better than low yields (or vice versa), why and where dairy is profitable, and thus to give a lead on what is useful where. Indeed, usefulness of TASL and/or TSL depends on specific conditions of a farming system, here to be arranged on 'timelines', differences between places and farming styles. Five time lines are presented with our famous broad brush, sketching developments in the Netherlands, in Europe, in Peru, in International Agricultural Research and on the present with globalization and privatization. That leads to classifications of some important farming systems to better make choices for 'successful' TASL programs.

The time line of Dutch TASL over the last century can distinguish five 'waves', using a very broad brush:

- Phase 1, response to the agricultural crisis of the late 19<sup>th</sup> century until Wwii with a big role of churches, farmers, local elite, teachers and ngo's. Much focus was on milking hygiene by centralized dairy processing (LANSINK, 2012), social organisation (cooperative banks for savings and credits, input coops, evening- and winter schools), and introduction of fertilizer, machines and concentrate feeds
- Phase 2, starting after wwii, rationalization and industrialization ruled by an 'obsession' to produce enough food and to avoid hunger<sup>5</sup>. That phase was dominated by a (socialist) agricultural minister of agriculture (mansholt), introducing a government run (and effective) 'triangle' of education, extension and research (in dutch called ovo), much oriented towards mode changes towards 'rationalisation', labour saving technology, price support and investments in infrastructure (teaching, research, land consolidation, transport). The ovo did imply a process of making sector plans not unlike what happened in socialist planning of the east bloc and quite the opposite to present day 'laissez faire'.
- Phase 3, between say 1990-2000, 'reconsidering' of technological of phase 2. Government got a smaller role due to budget cuts, due to a growing dislike for centralized planning (after the fall of the berlin wall) and perhaps due to 'lack of good ideas'. Ngo's protested environmental damage caused by agriculture, and [perceived] lack of quality in food and issues of animal welfare. Eventually, ngo's almost took over the initiative from government by starting to be active partners in design of new farming systems.
- Phase 4, around the start of the 21<sup>st</sup> century, focus shifted to 'licence to produce', in a context of globalisation, less subsidy, market reversal (from sellers to buyers' market) and lesser role of government. Farmers have to produce according to all kinds of market rules, with NGO's used their influence to make supermarkets operate more environmentally (and animal) friendly.

---

<sup>5</sup>Food production and distribution had been an issue before WWII with great poverty in what is now a wealthy country. But WWII caused acute starvation of many people and policy makers such as Mansholt were determined to rid the country of hunger as well as providing decent living to people who stayed in farming and in industry for people who had to leave farming.

- 
- Phase 5, starting now, with free world-market prices (also for milk) and speed up in technological change, including ICT (precision agriculture), increasing farm scale as well as an increasingly variety of smaller farms with direct sales, peri-urban-, care-, eco-tourism and so on. 'Crisis' spawns variation (Figure 3b) and simple answers are exception rather than rule. The role of 'big business' in setting of TASL priorities include use of GMO and possible shift to TTIP, contested by increasingly strong public action. Government is spectator rather than actor (see also conclusions).

The timeline for European (EU) policy can be divided, even more broad-brush in four phases:

- Phase I, till early 1980<sup>ies</sup> also dominated by Mansholt, focusing on price stabilisation and strong role for government. That phase collapsed when control of stable prices became too expensive (excess milk, butter etc.) and when small farmers from less favoured areas in Europe more and more opposed policy that favoured large farmers. Last but not least, Mansholt came to see that high input use had shadow sides, especially after reading the report on 'limits to growth' (MEADOWS et al., 1972 ).
- Phase II (70<sup>ies</sup> till 90<sup>ies</sup>) continued its focus on technological change when Mansholt himself left the scene. But price support was changed from 'subsidy per unit product' to 'subsidy per unit area'. At the same time and perhaps not intended, the drive for rules from a still centralized 'Brussels' became an increasing burden to producers that had to work in variable conditions. Some change is in the air on this central-control-attitude but the 'burden of uniformity is still on for the entire sector.
- Phase III, 2000 till now, represents a shift of 'subsidy' per unit area to 'subsidy' for 'rural change' where farmers can take part in 'community programs' on themes like biodiversity, local markets and the like. Increasingly vocal consumers (NGO's) express all kinds of demands, e.g. for milk from pasture (not from housed animals), animal welfare, and so on.

Thus, TASL in the Netherlands as well as the EU, in decades after WWII was dominated by the initial vision of the former Dutch agricultural minister Mansholt<sup>6</sup>. Some clues may deserve a closer look when considering a design for strong TASL programs on agriculture:

- EU- and national governments took active interest in food and farming while sort of centrally controlling 'the system' to ensure adequate food after the famine of the WWII
- Farmers in a country like the Netherlands were well organized and trained/educated from the time before WWII, often but not only by clergy, socially as well as technically
- Use of external inputs like fertilizer and (imported) concentrates had started even before WWI so it was not new
- Labour costs were increasing, probably as a side effect of increasing industrialization
- Mansholt had a clear vision: the need of cheap food for urban masses and a need for good income of (remaining) farmers, the latter mainly by use of mechanisation and external inputs (fertilizer and concentrated feeds).

A third, short but broad brush timeline, is on the author's own work on dairy development in foothills of the Andes next to the Amazon basin. Looking back at that work during a recent visit, almost 40 years later, there is a sense of 'great things' were done. Livestock farming was transformed from beef cattle ranching into milk production with cross-breds and 'improved' grasses. Dairying at government farms now uses (Brazilian) milking zebus that produce (with ease) as much as Holsteins used to produce with great suffering. And one of my hobby horses: sugar cane is accepted as a dry season feed instead of using silage. However, other things also need to be said. The cheese produced at that time is still produced now by producers that are proud to still do the same rather than to wonder what a modern market likes. Worrying

---

<sup>6</sup>Mansholt reversed vision from large scale intensive until the 1970<sup>ies</sup>, to ecological and not only large scale after the 1970<sup>ies</sup> after being confronted with issues like 'limits to growth' (scarcity of resources), a failure to stamp his uniform idea over the rest of the EU and he was disappointed that (after all) the wealthier farmers had benefitted most from his social vision (see section III).



is that *Brachiaria* (exhausting soil while surviving on poor soils) is still there with low stocking rates and no nitrogen applied. Is there no place for agro forestry or more intensive cut and carry systems. Last but not least, tobacco as a cash crop for small farmers is now in the hands of large companies and livestock in the plains is taken over by grain crops, especially rice. That is a form of 'Vergetreiding', a German term to suggest that population pressure leads to a shift from livestock to grain (see CROTTY 1980).

A fourth broad brush timeline is that of the CGIAR<sup>7</sup>, starting after WWII. Big successes were achieved by designing 'technology packages' of plant breeding, fertilizer, agro-chemicals, water and TA as a linear top-down process (not TASL). Basically it was a similar pattern of what happened in Europe and the Netherlands right after WWII. Belief in technical progress was great and negative trade-offs of those approaches were still unknown. Research was done in laboratories and 'passed on' (top down) via national agricultural research systems. Eventually the CGIAR was found, however, that a) technologies were adopted only in high potential areas and that 'rate of adoption' was low in a majority of rather variable upland regions. The CGIAR also found that b) the technologies had negative trade-offs, such as loss of soil organic matter, lowering of ground water tables and change of rural life. Increased food supply for cities could thus be associated with more poverty in rural areas. Result in the 70<sup>ies</sup> was a re-consideration of research and extension methods and tools as well as on research priorities. The TASL was reoriented from top-down into participatory approaches that included farmer's experimentation. That move preceded a similar move of the TASL in the 90<sup>ies</sup>, e.g. in the Netherlands as top-down research there ran out of steam when the input based approach there too started to show negative trade offs (acid rain, reduced biodiversity, slowing down of rural life). Research priorities of the CGIAR thus underwent remarkable change, and more change is underway. For example, the IRRI now has

<sup>7</sup>Consultative Group on International Agricultural Research (<http://www.cgiar.org/>) a group of large agricultural research centres, with centres like the IRRI in the Philippines (focus on rice), the CIAT (focussing among others on tropical pastures), the ILRI in Eastern Africa (focussing on livestock).

shifted from an emphasis on high rice yields to sustainable rice yields (e.g. acceptable under adverse climatic change; use of minimum water for efficient yields rather than high water use for high yields). In that way too the Dutch and Belgian TASL also shifts from work on traditional to new crops, e.g. soybean to reduce imports and global movements of feeds and nutrients, on the re-discovery of mixed farms, and even on use of brackish water.

The fifth and last broad-brush time line is the effect of globalisation and privatization of the last two decades. TASL was public property in the 20<sup>th</sup> century but it now becomes increasingly privately owned. Negative trade-offs in this development still remain to be seen. But I myself am concerned at developments where, for example, water and genetic resources can be owned by private firms (STIGLITZ, 2014). So-called structural adjustment programs at the end of the 20<sup>th</sup> century helped to privatize much TASL in countries where it admittedly was often (but not always) ineffective. Farm scale increases, many larger farmers start to be strong enough to be independent partner of large food chains and to sell tomatoes, milk, etcetera under their own brand. All this is part of a scramble for added value in the chain with governments left only with a small role in legislation and hardly in finding a good balance between the (dynamic) 'good' of private and public interests. One obvious reaction to that from the general public is a beginning resistance from NGO - pressure groups, internationally as well as nationally.

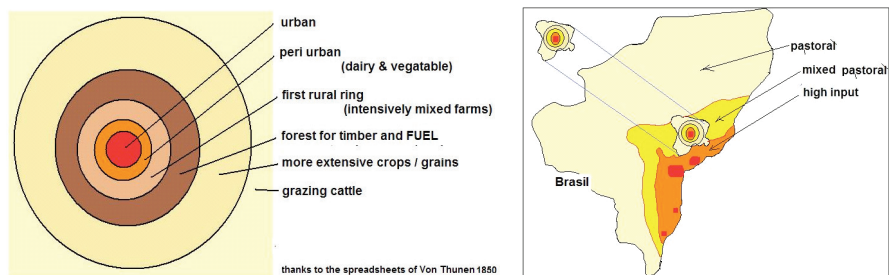
The changes of TASL over time as given in above timelines are intertwined with changes in space. A still useful sketch of changing in farming systems in space was made some 200 yrs ago by Von Thünen in his 'location theory' (NOU, 1967). It was a 'scenario-study' *avant la lettre* (Figure 2a). Based on talks with Brazilian friends and along the lines of Von Thünen's location theory, I 'broad-brushed' suitability of Brazil for dairy systems (Figure 2b). The Brazil sketch in Figure 2b is probably far from correct but it carries at least three aspects of choices in TASL:

- The country has different dairy farming systems ('farming styles'), from intensive and industrial to extensive and rural.

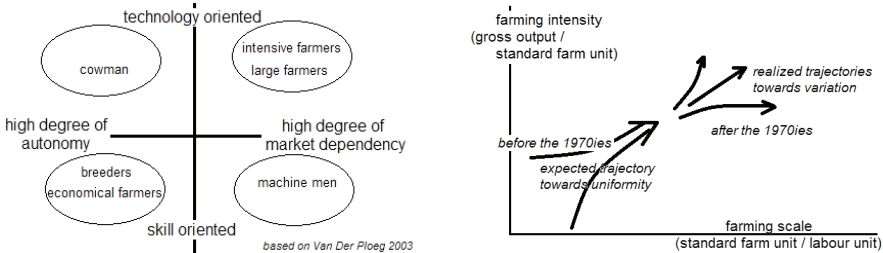
- Different farming systems co-exist in an overlap of systems (see similar 'rings' on large and small scale)
- The differences in socio-economic terms, but also in water availability are not yet shown but they can be large and significant,

The main point of this all is that each system requires its own tailor made set of measures and TASL to strengthen dairy development. Dutch farmers fully understand that uniform rules and approaches made for 'Europe' are harmful for the planning of their business. Probably worse, frequent shifts in policy and approaches are an extra hindrance.

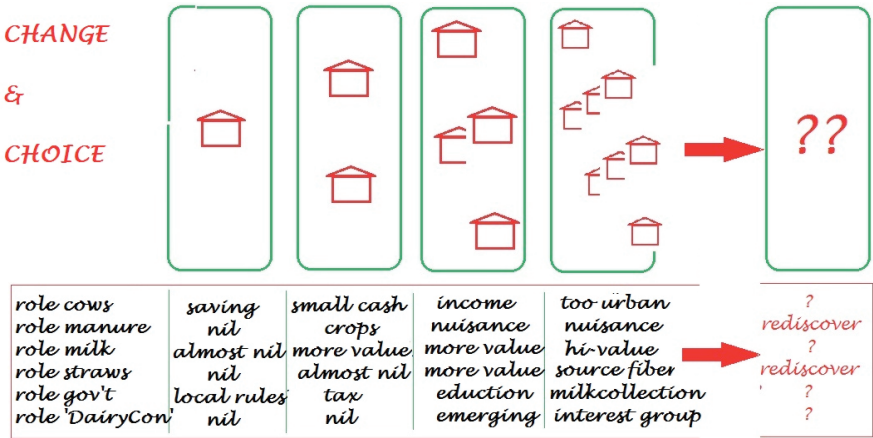
'Zoning' as done in the 'scenario studies' of Von Thünen on space can be complemented by work on farming styles (Figure 3) that uses differences due to 'sociology' rather than distance to the city. Also relevant for policy setting are changes in role of TASL over time as in Figure 4. It takes little imagination to see that such changes exist around the world, always different but also always showing similar patterns. The difficult question is how to be flexible while being effective in development. That is a mindset issue going back to the Dutch Feed Company manager complaining about the older extension staff that could not handle variation.



**Figure 2.** The 'rings' of Von Thünen (left) with distance to the city (=market) affecting type of farming systems. Even perfect TASL will not 'convince' farmers in the outer ring to produce dairy for the city unless roads and other services are put in place. (Nou 1967, Bieleman 2009) Right, in fig 2b: a sketch of the location theory applied to Brazil, to illustrate similarity of patterns and points in the text rather than to pretend correctness on details.



**Figure 3 a/b.** A quadrant with four different farming styles (left) with different approaches to farming decisions (based on Van Der Ploeg, 2004). Farmers of the left hand lower quarter have a 'low cost' preference and the ones in the top right hand corner have a high tech preference as in table 3. TASL has to come with more than only technical stories if it wants to convince farmers of the bottom left to behave like farmers of the top right. The figure to the right is also based on van Der Ploeg (2004), showing how expected convergence of farm systems towards homogeneity in fact turns out to be a 'fan' towards variation of farming systems.



**Figure 4.** Change of [livestock] farming systems in time, as hwon in the changing roles of livestock, inputs and services from contexts with low population to high density, based on a presentation in The Philippines where 'DairyCon' is the dairy producers association (see also Schiere et al., 2004).

This description of changes in farming systems is now combined with a classification of TSL's. Many classifications are possible, but this paper distinguishes between 'exploitative' and 'regenerative' TSL's. To complicate things, use of organic farming fertilizers, zebu's high yielding cows, urban agriculture legumes and/or drugs is not good or bad *per sé*.

---

Their combination with the farming system makes a difference. Thus, this paper introduces work of system ecologists on the 'adaptive cycle' (Table 5), a dynamic rather than a static approach.

Again using 'broad brush' the point is that systems in an initial phase of 'the adaptive cycle' tend to have plenty access to resources. That is right after opening up of new land or after introducing new resources. They thus need not to be efficient with resources in that case where their only concern is to grow and occupy space as fast as possible, the so-called r-strategy. That is where TASL can focus on 'exploitative' TSL like forest burning, slash and burn, barbed wire, fertilizers and external feeds to grow as quickly as possible. That phase prevailed also in Dutch dairy development of the first decades after WWII. It was a time when inputs became available and where other farmers left the countryside to farm elsewhere (Brazil!) and/or to go to work in industry. Once systems occupy more of the resource space, however, they have to become more efficient. That is because they exhaust and/or harm their environment and neighbours. TSL's based on recycling and intensive crop rotations become necessary, or even agro- and/or silvopastoral systems as suggested for the initially successful *Brachiaria* pastures<sup>8</sup> mentioned in the section on phase changes in Peru. Pastures and other exploitative TSL's need then be replaced with regenerative TSL's and/or regenerative use of inputs, that is recycling. This is what happened in Dutch dairy exemplified in the case of 'De Marke' (Box 2). When pressure on resources increases further it starts to be necessary that a variation of systems (Figure 3b) becomes increasingly 'intertwined'. Adjoining system use left-overs from each other. Recycling between and within the farming systems becomes rule rather than exception. Pig production systems 'split' into breeder and fattening farms with more sub-divisions and all intertwined with others in the sector. They also start to exchange manure with (even distant) crop farms and pigs and they start to depend increasingly on left over foods from agro-industry (oilcakes, reject food,

---

<sup>8</sup>Cassava is a typical plant in cropping systems that manages to squeeze the last resources, just like *Brachiaria* squeezes the last resources from the soil. In case of animals it is the goat (badly managed) that is notorious for squeezing the last resources from the ecology

brans). Dairy, more than piggery, starts to use (metaphorically speaking) resources ‘left over’ from tourism and nature management while ‘returning’ landscape with ‘cows in the pasture’. Again, to cut another long story short, each farm chooses its own way, not everyone likes or can afford a dairy cow/herd. Thus during the mode change as in Figure 3 (within the 1970<sup>ies</sup>) there will be a fan rather than a narrowing in the variation of new farming systems. Obviously, these phase changes happen the one after the other, not just once in a lifetime and the grand issue during ‘phase changes’ is less on ‘how to do things’ and more on ‘which things to do’ as discussed in the next and final section.

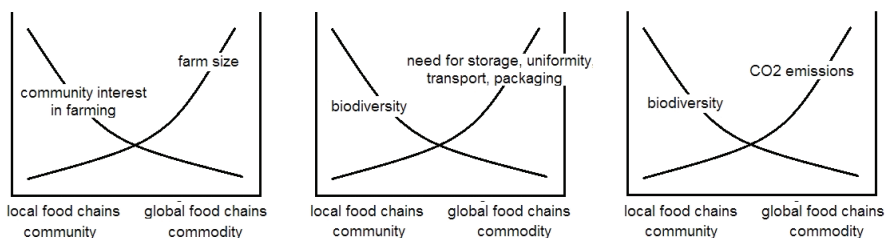
**Table 5.** Contexts for choice of TLA, based on the adaptive cycle (see Gunderson & Holling c.s.). Note that increased efficiency tends to imply reduced flexibility (=resilience) that also applies to highly efficient film.

	Phase of development		
	r - strategy	From r- to K-strategy	K-strategy
	(right after opening of new land)	(systems begin to compete for land)	(poor areas where no new land is left)
Access to resources	abundant	starting to squeeze	tight
Need for recycling	nil	important	crucial
Use of grass	extensive	intensive	shift to silvo-pastoral
Diversity	not necessary	increasingly required	crucial
Integration	nil	increasingly required	crucial
flexibility	high	reasonable	low
efficiency	low	higher	high

### Section III. Visions, Trade-offs and Challenges

The first question on an array of experiences in TASL is answered in section I by saying that much TSL and TASL are available. The second question was the main point of section II, on how to evaluate TSL’s in relation with their context with time and space scales. That part concluded with a perhaps deterministic view on how players of the AKIS may be forced by laws of nature. This section III, however, makes explicitly introduces people’s choices while stressing uncertainty. Indeed, uncertainty rules but there is ‘informed’ choice too. How will climate change, how will oil and sugar prices impact on farming and food? What will the effect be of international political uncertainty and/or emerging diseases, of GMO’s and of research by Emprapa, the EU or of Bill Gates who also tries to solve global problems?

The point is that the world changes while choices can and need be made. In fact, changes and trade-offs are caused by choices about the TSL's themselves. For example it should be no surprise that with larger scale of farming the general public moves away from production of food and that farmers *per sé* get a decreasing power base in communities (Figure 5a). Further, it is not surprising that 'footprint' of agricultural produce ('CO<sub>2</sub>-emissions per unit product) increase as distance increases between consumers and producers (Figure 5b/c). It thus can be calculated that the CO<sub>2</sub>-load from global food systems can be several hundred times higher than of local food production systems (HALWEIL, 2002). Simple use of thumb rules and scenario study is definitely a way to better predict the positive and negative effects of choice for TSL.



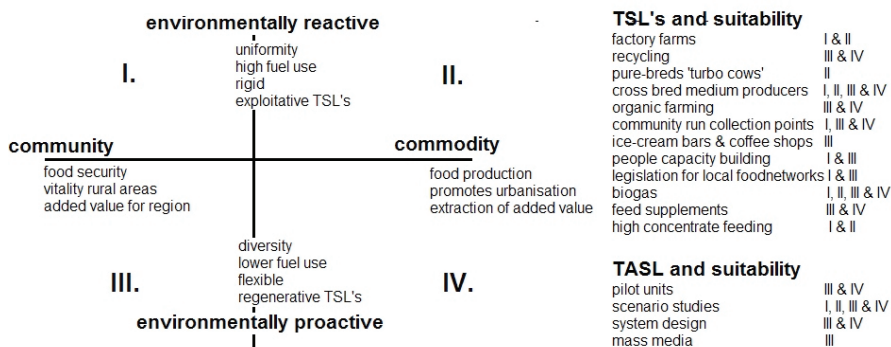
**Figure 5a-c.** Rules of thumb on a selection of tradeoffs between choice for local vs global scale in farm size (resp community or commodity), showing a) decreasing political influence of farmers at local level with increasing scale of farming, b) declining biodiversity as a consequence of increased scale in food networks, and c) a suggested but somewhat perverse link between declining biodiversity and CO<sub>2</sub> load. Note: these diagrams are used to incite discussion and study rather than to claim universal validity.

Wageningen as a university town was chosen in times of crisis, in a time and region with much variation of farming systems. If one still aims for variation in (dairy) farming or for standardization then the work on global markets should get less emphasis. One does not aim for food security and resilient communities (also in rural areas and for poorer sections) or alternatively for production of commodities. Also basic choices are clear for that policy decision in TASL and TSL. This paper concluded that there is no lack of TASL approaches, tools and methods, but seemingly proper TASL and TSL in the wrong place have no success. Therefore,

this paper now focuses on a sketch of choices in TLA for specific farming systems, related with the policy choices for development. It focuses on 'how to do the right things' rather than on 'how to do things right'.

So-called 'choice-diagrams'<sup>9</sup> as in fig 6 are helpful tools of TASL to decide on which direction to take in design [of farms for] the future. Two axes are chosen here even if many more are possible. The crucial choices discussed here are between

- Exploitative degenerating vs regenerating (sink or source)
- Community vs commodity (local vs global markets)



**Figure 6.** A sketch of a choice diagram (left) with orientations for (dairy) development, based on choices given in the text. To the right some TSL's and TASL's with usefulness in the quadrants of the choice diagram. Note: this illustrates the type of choices, ideally made in participative processes with stakeholders in development. Author invites discuss on these issues and on other issues in the rest of the text (hans.schiere@laventana.nl).

This paper ends with a metaphor on public transport. Farfetched, perhaps, but the city of Curitiba has some decades ago designed a novel public transport system with free bus-lanes, that is now copied all over the world. The point for this paper is that a) the system is useful for both wealthy and poorer sections of society, b) the system is more environmental friendly and c) the system is based on variation (co-existence) with several rather than one types of traffic. By analogy this paper recommends a combination of quadrants III and IV as an option to make

<sup>9</sup>Also known as 'vision diagrams' or 'diagrams for competitive positioning'



a strong dairy sector. A combination of small and large farms can be mutually beneficial because they serve two parallel markets, an informal and formal one with respectively short (resource efficient) and long chains (resource inefficient). In many countries the small farmers can supply much of the local milk while the larger ones can handle export or supermarkets. Ecologically speaking also, diversity leads to higher total biomass production than monoculture (see the law of requisite variation by Ashby). To carry this further, Mansholt turned around to diversity and proactive TSL and the work of Van Der Ploeg is stressing the same point. The Friesian farmers that shifted breeding goals now even have Zebu's in their array of top bulls. And the major dairy company in the Netherlands, Friesland Campina uses now, after reluctance, different milk-streams rather than one.

The first policy choice is of course for TASL and TSL's with a proactive rather than reactive attitude to environmental issues. More obscure but perhaps as important is the choice for a variation of TASL, TSL's and farming systems rather than for .....

## Concluding

Agricultural development needs TASL but there are no silver bullets. Examples on a variety of TASL approaches and TSL are given from many countries. Innovations exist at farm level and below (use of fertilizer, management skills, animal health), as well as at community level and higher (subsidy and/or fining schemes, animal breeding, pest- and disease monitoring and control and the like). They can come from public agencies like official government R&D, from entrepreneurs and farmers as well as from 'the agri-business'. Approaches and tools of TASL are plenty available even if TSL may always have to renew itself. Adoption of innovation depends largely on prices and market forces, combined with socio-economic factors. In spite of perfect TASL and TSL the Dutch would have never been successful without their good ecology for dairy, an age long tradition and good access to markets. That is the first set of conclusions.

The second issue in this paper is how to choose from the array of ap-

proaches. Therefore one needs frameworks and tools to help choose TSL, the topic of section II. Kitchen table discussion, policy setting, demonstration farms and scenario studies, if handled with care, help to know where a 'technology' is likely to be useful or not. Distinction of farming systems is crucial to choose proper TSL. Criteria to define such farming systems can be based on distance from the market, farmers preferences (farming styles), phases in development and the like. TLA's themselves can also be categorized, for example between orientation on commodity or community, or between exploitative and regenerative ones. That is the second set of conclusions.

Choice of TASL and TSL ultimately depends on the vision for the future. Use of choice diagrams helps to understand option and choices. This paper suggest a combination of proactive attitudes to environmental issues and a mix of production for commodity and community. A healthy sector is diverse and not monofocus. A choice for variation also implies a choice for different production systems, perhaps with high yielding purebreds as well as with medium producing zebu-taurus cows.

Change in environmental conditions like climate, water shortage and so on is more likely than 'business as usual'. That is the third set of conclusions and this paper is to wrap up with a few statements.

First, the public sector has a role to explore and guard implications of ongoing changes such as climate change, social (in)stability, water scarcity (also in Brazil), collapse of global markets and/or certification schemes or emerging new diseases. The public sector has to fulfil that role by taxing, subsidizing, educating, legislating and so on, with a view on the future. Second, the new future is already starting, with vegetarian butchers (i.e. shift to use plant proteins or even insects rather than beef and milk). Water is becoming a critical resource and we know that 1 litre of milk can require >600 litres of water. What should we do now to anticipate the consequences of phosphate shortages and the need for its recycling. Do we sufficiently recognize the significant role of zebus as dairy breeds (cross or pure). Do we sufficiently understand that high yields are not necessarily the most profitable yields. Do we sufficiently

---

anticipate that energy costs, issues of poverty and distribution may force us to rediscover local chains with more added value to producers to be left in rural areas. The IRRI shifted its priorities some years ago from high yielding rice varieties with maximum use of inputs to robust varieties with minimum inputs. This list can be expanded, but are we prepared to take these challenges. Methodologies, tools and TSL is sufficiently available to shift our TASL agenda in to newer areas and much is low hanging fruit because we have the answers basically available if there is political will. The question is on incremental steps regarding 'how to do things right' but also on 'mode change issues' that tell us on 'how to do the right things'.

**Acknowledgements:** thanks to Anne van den Ban, Jan Buurma and Jan van der Lee and Fabio Diniz who helped with comments and editing from the Brazilian side. Readers are very welcome to contact the author on additional information and on specific references used in the text (hans.schiere@laventana.nl).

# CAPÍTULO 19

## Boas práticas na produção leiteira

*Roberta Mara Züge*

### Introdução

De acordo com a história, o desenvolvimento econômico e social está intrinsecamente ligado à aplicação de práticas adequadas ao desenvolvimento tecnológico. Em todos os setores produtivos, sejam eles da cadeia primária, secundária ou mesmo de serviços, a implementação de novas tecnologias tem determinado o ritmo evolutivo dos ganhos econômicos. Países que utilizam mais a tecnologia elaboram e fornecem produtos e serviços com mais eficiência e, por consequência, direta ou indiretamente, favorecem as suas sociedades com melhores condições de vida como resultado da conversão de ganhos econômicos em ganhos sociais.

Corroborando neste aspecto, a pecuária também deve ser visualizada neste mesmo contexto: preconizar a aplicação de práticas e tecnologias que propiciem uma melhor rentabilidade, respeitando a sustentabilidade em todos os seus vértices, ambiental, social, animal e econômico. Além das questões econômicas inerentes, outros aspectos, como uma nova visão do consumidor frente ao tratamento desprendido aos animais, ou mesmo o respeito ao ambiente, tem forçado que a produção animal seja mais transparente em suas atividades e atendam a esta demanda.

Diariamente são encontradas evidências de aumento da consciência do consumidor, que se mostra em sintonia com o processo de globalização da informação. Há, de forma clara, uma preocupação com a qualidade dos produtos agropecuários, às vezes com informações desencontradas.

---

No entanto, a elucidação e comprovação do uso das práticas solicitadas devem ser do fornecedor.

De uma maneira geral, o foco da preocupação tem sido a composição final dos produtos oferecidos que, pelo processo de produção, ou mesmo pela busca intensa de maior produtividade, apresenta ampla possibilidade de contaminação por elementos químicos, físicos e biológicos. Na modernização do processo de produção, novos elementos têm sido incorporados, cuja inocuidade ainda não está comprovada. Atualmente, podemos arrolar como as principais preocupações dos consumidores, as que se referem à presença de resíduos de agroquímicos, contaminação dos produtos agropecuários por microrganismos e à alteração da composição genética do produto por meio da introdução de genes de outras espécies (ZÜGE et al., 2003).

A utilização de práticas adequadas aos processos pode mitigar os principais problemas decorrentes da produção, assim como, garantir os requisitos de sustentabilidade e bem estar animal, temas sempre discutidos em distintos âmbitos. Muito além de garantir apenas a inocuidade do leite, as boas práticas agropecuárias deve abranger outros aspectos, que direta ou indiretamente, de modo rápido ou não, podem interferir na capacidade de produção e manutenção dos distintos processos na pecuária leiteira.

A visão da produção de leite deve ser além do volume e da qualidade do leite. A propriedade deve ser enxergada como uma unidade, onde a deficiência de seus vértices irá impactar diretamente na sustentabilidade da atividade.

As boas práticas agropecuárias na produção de leite bovino permeiam a implementação de procedimentos apropriados nas distintas fases da produção nas propriedades leiteiras. Tais práticas devem assegurar que o leite e os seus derivados sejam seguros e adequados para o uso a que se destinam e, também, que propriedade continuará viável sob a tríade econômica, social e ambiental.

---

## Os vértices da produção

### Aspectos humanos

Entre todos os fatores da produção, iniciar o debate com este item, é por ser extremamente impactante na produção de leite. As pessoas que estão envolvidas na produção são cruciais para o sucesso ou insucesso. Diversos trabalhos, palestras e outras formas de abordagem são recorrentes no tema. Muito ainda se tem a aprender para efetivamente conhecer como proceder.

Ponto crucial é ter o comprometimento dos envolvidos. Inserir garantia de cumprimento de requisitos de boas práticas, na cultura da propriedade é transformar a qualidade em um valor para todos, e convencer de que a mudança gera benefícios. Considera-se que o desafio do gerenciamento da equipe está em conscientizar todos os funcionários quanto à importância da aplicação das BPAs e que estas beneficiam a todos, não somente a produção e manejo, mas também os colaboradores envolvidos no processo.

Uma das formas é identificar potenciais e buscar que os colaboradores atuem nos segmentos que mais possuem afinidades. Atualmente há uma imensa dificuldade em compor uma equipe, poucos estão buscando trabalho no campo, há preferência, por diversos fatores, em atividades realizadas na cidade. Assim, isto demonstra que gerenciar, efetivamente, aplicando práticas adequadas, pode ser um diferencial para manutenção dos colaboradores nas atividades da propriedade.

Há necessidade de desenvolvimento de uma cultura adequada, e fundamentalmente, é definir o “cliente” para cada funcionário. As atividades devem ser claras, e preferencialmente escritas, sendo que cada um deve conhecer e executar seu papel. A indicação de um “cliente” serve para direcionar o colaborador para suas responsabilidades, ele tem um produto ou serviço a entregar. Este cliente pode ser interno, quando se tratar dos próprios funcionários sendo que o seu trabalho depende do bom desempenho do outro; e externo, que são as pessoas ou empresas que adquirem o produto.

Dentro desta premissa, além da devida composição da equipe, o passo seguinte é a capacitação/formação do funcionário. Afora os aspectos legais envolvidos, regidos pela NR 31, que exige que os funcionários sejam treinados para as atividades que realizam e sejam mantidos registros, tanto dos treinandos quanto dos instrutores, preconiza-se que eles passem por reciclagens sistemáticas e que estejam claras, e prontamente acessíveis à forma hierárquica e funções a serem realizadas por todos da equipe. Importante que os colaboradores conheçam suas obrigações e saibam que são avaliados pelo cumprimento adequado destas atividades.

## **Rebanho**

A aplicação das boas práticas deve ser vista também conforme o padrão do rebanho. Há raças com perfil diferenciado de bem estar, inclusive dos aspectos ambientais. Também conhecer a origem dos animais que compõem um rebanho é de grande importância, não somente como ferramenta de sanidade, mas também para melhoramento genético. Assim, roga-se utilizar animais de procedência conhecida, devidamente identificados e produzidos sob manejo sanitário, conforme a legislação vigente.

Para uma adequada produtividade e, também, pelo bem estar animal, deve-se realizar a primeira inseminação ou cobertura somente em animais que já tenham atingido 60% do peso vivo adulto da sua raça. E o material genético utilizado deve estar conforme os padrões estabelecidos pelo Mapa. No caso de uso de reprodutores deve-se realizar exame andrológico periodicamente e manter atestado sanitário de livres de doenças infecto-contagiosas.

## **Manejo**

As práticas de manejo são pontos críticos a serem identificados, pois interferem diretamente na qualidade e sanidade do leite, em requisitos de saúde e segurança do trabalhador, de bem estar animal e nas questões ambientais. Assim, os requisitos, muitas vezes, são impostos em cima destes quatro pilares, além-claro da sustentabilidade da propriedade.

Com isto, com intensidade, há necessidade de uma interdisciplinaridade nas ações, tornando-se necessária a atuação de técnicos de diver-

sas para cumprimentos dos requisitos dos requisitos das boas práticas agropecuárias. No mesmo sentido, o produtor deve buscar atender aos programas oficiais de governo, como rastreabilidade, certificação de brucelose e tuberculose, etc. Não obstante, os requisitos de qualificação de colaboradores também é uma premissa, sem este item não se garante a qualidade das atividades realizadas nas propriedades, assim como, os atendimentos aos documentos de referencia, como procedimentos e manual de qualidade.

### ***Manejo nutricional***

Deve-se garantir e assegurar que exista fornecimento adequado de alimento aos animais, assim como de água para bebida. Os alimentos devem ser de fontes conhecidas. Os depósitos de concentrados e volumosos devem ser localizados próximos aos locais de utilização. Também devem ser utilizadas práticas para o controle de roedores, pragas e para prevenir o contato por animais domésticos. Neste mesmo sentido, deve-se manter um plano de desinfecção e desratização detalhado e realizado por pessoal treinado.

Preconiza-se que sejam empregadas proteções contra umidade e mantém os depósitos, bem ventilados e os produtos estocados adequadamente. O armazenamento de alimento deve seguir as regras específicas que atendam as boas práticas, de modo a mitigar a proliferação de pragas e que mantenha as características nutricionais dos alimentos. Deve-se garantir um controle de volume de armazenamento, de modo que não tenha escassez de alimentos em nenhuma fase do ano.

Os insumos devem ser identificados quando armazenados, de modo visual, para cada de cada grupo de insumos, medicamentos ou agroquímicos. Os produtos vencidos devem ser descartados adequadamente e conforme a legislação vigente.

Os animais devem ser manejados de modo que não lhes seja causada dor, ferimento ou enfermidade. Os animais do rebanho devem ser agrupados por idade ou produção de modo a evitar estresse e competição por alimento e/ou água. Ponto muito importante, e de difícil convenci-



mento é manter cães, gatos e aves sob controle de modo que não estressem o rebanho bovino e não sejam vetores de doenças. Ou seja, com o mínimo contato possível. Lembrando que o gato não deve se encarado como controle de ratos. O gato pode ser vetor de enfermidades, deve ser mantido longe do rebanho e de locais de armazenamentos, principalmente de alimentos.

Preconiza-se não descornar os bezerros por cauterização química. O ideal que seja realizado até 30 dias do nascimento, por meio de ferro quente. Os animais mochos devem ser alojados separadamente dos que contenham cornos.

Animais mantidos confinados devem ter camas adequadas. Estas, assim como as baias, devem ser mantidas limpas, secas e isentas de odores impróprios. As baias devem possuir dimensão e número tal que permitam o repouso dos animais e evitem as sujidades em úberes e o pisoteio por outro animal e que permitam ao animal se deitar e se levantar com conforto. Conforme o tipo de instalações, cuidados suplementares devem ser preconizados para manter sob controle o odor de amônia dentro dos locais de abrigos dos animais.

### ***Manejo sanitário***

A propriedade rural deve manter um plano sanitário, sendo que todos os tratamentos clínicos empregados devem ser preconizados por Médico Veterinário, responsável pelo rebanho. Deve-se manter um procedimento escrito que estabeleça o controle profilático do rebanho para doenças de origem bacteriana e viral. Este programa deve ser revisado anualmente. Somente princípios ativos registrados e de acordo com a legislação vigente podem ser mantidos nas farmácias veterinárias da propriedade. Os medicamentos devem ser armazenados corretamente e manuseados somente por pessoa treinada para a atividade. Registros destes treinamentos devem ser mantidos. Importante também é realizar a alternância dos produtos quanto ao modo de ação e princípio ativo. Um plano de controle de mastite deve ser mantido, assinado pelo médico veterinário responsável.

Todos os produtos veterinários utilizados devem registrados no órgão competente. Deve-se proibir a utilização de princípios ativos não registrados, bem como os tratamentos periódicos e sistemáticos sem justificativa técnica. Todas as pessoas que manuseiam produtos farmacêuticos e químicos devem ter sido capacitadas para tal. Outra prerrogativa é a proibição de reutilizar embalagens e descartar as embalagens e resíduos de fármacos em locais impróprios.

No programa sanitário, revisado anualmente, deve existir a descrição de protocolos de vacinação, métodos de prevenção de enfermidades, controle de ecto e endo parasitas, requisitos para aplicação de fármacos. Os animais enfermos, com indicação de sacrifício, devem ser tratados sem métodos cruentos.

Para o adequado acompanhamento da sanidade do rebanho, uma observação frequente dos animais se faz necessária, de modo a se detectar precocemente sinais de enfermidade. Os animais enfermos ou feridos devem ser mantidos separados do rebanho e sob observação mais frequente. Os prazos de carência da aplicação de fármacos devem ser cumpridos conforme as especificações da bula ou do veterinário. A utilização de equipamentos clínicos, somente após a devida higienização. Deve-se garantir que sejam administrados e armazenados apenas medicamentos prescritos por veterinário e dentro do prazo de validade. As instruções da prescrição veterinária devem ser seguidas conforme a recomendação.

Os medicamentos vencidos devem ser descartados de acordo com as diretrizes para eliminação de resíduos. Assim como, as embalagens dos medicamentos e vacinas. Do mesmo modo, os resíduos veterinários, inclusive perfuro-cortantes. O local de armazenamento de medicamentos, a farmácia veterinária, deve ser apropriado para este fim. Neste, os fármacos secos e líquidos devem ser mantidos separados, mantendo os secos em posição mais alta. Todos os medicamentos devem ser mantidos em seu vasilhame original e conservados nas condições recomendadas pelo fabricante, em lugar seguro, seco, fechado, bem iluminado e distante de outros materiais.

---

### **Ordenha**

A ordenha é ponto de extrema importância dentro de um para controle e garantia da qualidade de qualidade. Nela pode-se contaminar o leite e, também transmitir enfermidades aos animais, assim como a execução de práticas inadequadas ao bem estar animal. Do mesmo modo, pode ser um dos pontos de maior descumprimento de legislação trabalhista. Assim, um cuidado criterioso deve ser dado a esta etapa do manejo.

Os procedimentos empregados devem garantir a ausência de resíduos de antibióticos e de outros agentes inibidores do crescimento microbiano. Do mesmo modo, deve conceber um procedimento para segregação do leite oriundo de vacas em tratamento, de modo a evitar contaminações de medicamentos no leite a ser comercializado. Para efetivamente se manter um processo as amostras de leite para análise de resíduos devem ser coletadas conforme o manual de coleta para avaliação de resíduos, preconizado pelo Mapa, e as amostras devem ser analisadas em laboratórios credenciados.

O período de carência dos produtos utilizados deve respeitado, antes da utilização do leite. Um bom mecanismo, além dos registros físicos, é marcar o animal no úbere (com bastão marcador) e, também, anotar em lousa na sala de ordenha, os animais em tratamento. Os funcionários devem ser sistematicamente treinados para estes procedimentos. No mesmo sentido, os procedimentos de higienização devem ser escritos e os funcionários devem conhecê-los. Nestes procedimentos, deve existir a exigência de limpeza dos equipamentos utilizando utilizada água quente, assim como, os produtos de limpeza para equipamentos e resfriador, que devem registrados em órgão competente, no caso Anisa.

O ideal para a ordenha é manter um manual que contenha as principais instruções, como:

- Lavagem de mão dos ordenadores;
- Utilização de produtos para imersão dos tetos e/ou desinfecção devidamente registrados;
- Procedimento escrito para desinfecção dos tetos;
- Segregação de leite oriundo de fêmeas em tratamento;

- Outras informações relevantes.

Ponto importante para controlar é o resfriamento do leite. O resfriador deve se localizar em fácil acesso para a coleta do leite. O acesso do caminhão deve ser independente de local onde circulam animais. Algo muitas vezes negligenciado é a manutenção dos equipamentos, assim torna-se necessário um programa de manutenção preventiva para o equipamento de ordenha, conforme determinam as normas, ao mínimo uma vez a cada 6 (seis) meses. E esta assistência técnica, para manutenção de equipamentos, preferencialmente deve ser realizada por profissionais capacitados pelo fabricante.

### **Gestão ambiental**

Tanto a bovinocultura de corte como a de leite tem sido apontadas como grandes contribuidores da degradação ambiental, pois além das questões mais conhecidas como o tratamento e a destinação dos resíduos da produção e desmatamento de florestas para transformação em pastagens, as emissões atmosféricas causadoras de efeito estufa tem colocado a bovinocultura em evidência, apontadas como uma das maiores contribuidoras devido ao metabolismo anaeróbico que ocorre no rúmen que faz com que estes animais emitam grandes quantidades de metano que possui potencial causador de efeito estufa 21 vezes maior do que o dióxido de carbono. Assim a adequação ambiental de uma propriedade necessita incorporar estes novos conceitos para que o produto resultante desta atividade não corra riscos de sofrer sanções pelo mercado.

No caso de produção de leite, especialmente quando a atividade tem como base o sistema de confinamento, o volume de dejetos, muitas vezes, são lançados diretamente, sem qualquer tratamento, em rios, lavouras ou pastagens, ocasionando impacto ao meio ambiente. Geralmente, em pequenas propriedades, os dejetos são deixados secando, nas proximidades do curral, ocasionando perda de suas características como fertilizante orgânico, além desta prática ser nociva, a possibilidade de gerar enfermidades. Calcula-se que uma tonelada de esterco, de ori-

gem bovina, possui o equivalente a 155 kg de sulfato de amônia, 100 kg de fosfato natural e 40 kg de cloreto de potássio (WALKER, E., 2009).

A esterqueira é uma benfeitoria que permite a fermentação do esterco, diminuindo o seu poder poluidor e possibilitando seu posterior aproveitamento como fertilizante em lavouras e pastagens. Outra grande vantagem desse processo é que durante a fase de curtimento ou cura (o tempo necessário para a ação de bactérias e posterior mineralização dos materiais) a elevada temperatura de fermentação também destrói a maioria das sementes de pragas e os germes causadores de doenças.

Há vários modelos de esterqueiras. A diferença básica entre elas está na forma dos dejetos utilizados - líquidos ou sólidos. Qualquer que seja o modelo, o local para a construção deve ficar afastado no mínimo 50 m do estábulo e 200 m de residências, para evitar transtornos causados pela proliferação de moscas e pelo forte odor.

No que tange ao tratamento de resíduos veterinários, frascos de medicamentos, luvas, perfurocortantes, medicamentos vencidos, entre outros, uma das classes de substâncias que mais preocupam os cientistas é a classe dos antibióticos, pelo potencial de promover o desenvolvimento de bactérias resistentes no meio ambiente, e por serem usados em grandes quantidades. Com o aumento do uso indiscriminado, pode haver uma significativa contribuição para o aumento da resistência das bactérias aos antibióticos, o que tem sido observado nos últimos anos, tornando-se um problema de saúde pública.

Os resíduos gerados devem ser acondicionados atendendo às exigências legais referentes a meio ambiente, saúde e limpeza urbana, em conformidade com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou, na ausência delas, segundo normas e critérios internacionalmente aceitos. É obrigatória a segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente. Em se tratando do manejo dos resíduos contendo substâncias com atividade medicamentosa, como hormônios, (e produtos) antimicrobianos, citostáticos, antineoplásicos,

imunossupressores, digitálicos, imunomoduladores, anti-retrovirais, bem como resíduos de produtos e de insumos farmacêuticos, sujeitos ao controle especial, a regulamentação sanitária orienta que devem ser submetidos a um tratamento ou disposição final específicos. O que compreende disposição em aterros de resíduos perigosos ou podem ser encaminhados para sistemas de disposição final licenciados.

## **Segurança e bem estar do trabalhador**

O setor rural tem legislação específica para trabalhadores, regidos pela NR 31 (norma regulamentadora). Há uma dificuldade em cumprir todos os requisitos, pouco pela extensão da norma, e, também, pelo desconhecimento por parte do empregador

Utilizando a lista de verificação da norma, já identificação não conformidades “padrão”, ou seja a maior parte das propriedades não cumpre.

Na verificação dos equipamentos nas propriedades, constata-se a falta de proteção nas engrenagens e fiações elétricas, bem como as condições de uso: sem proteção nos cabos, cabines em estado de deterioração, entre outros, facilitando o envolvimento de trabalhadores em acidentes com esses equipamentos. Armazenados em locais sem proteção contra intempéries.

Ressalta-se também, a presença de fiações elétricas desprotegidas de material isolante, painéis elétricos sem fechamento, e em alguns casos sem proteção contra intempéries, o que representa um alto risco de choque elétrico e potencial de danos na parte elétrica.

Na imensa maioria das máquinas nas propriedades não há a proteção de cardam, o que representa um alto risco potencial quando o mesmo está em movimento, ou da sua manutenção em pleno funcionamento. Constata-se facilmente o transporte de pessoas em máquinas e implementos acoplados, bem como em máquinas em mau estado de conservação e manutenção: ausência de faróis e luzes.

Sobretudo, a circulação de pessoas é facilitada pelo calçamento de algumas propriedades, no entanto, na maior parte das propriedades há buracos sem qualquer proteção, prejudicando a circulação de trabalhadores e a movimentação de materiais.

Verifica-se a inadequação no armazenamento de EPI's: jalecos e botas em locais como extintor de incêndios, vias de acesso de pessoas. Insuamos, na maior parte das propriedades, são armazenados sem discriminação e juntamente com máquinas e equipamentos.

Constata-se a inadequação das instalações sanitárias da maioria estrita das propriedades, com ausência de local adequado para armazenamento de EPI e vestimentas pessoais, ausência de sabão e toalhas para higiene pessoal e condições de limpeza precárias nos locais. Também se observa a inadequação de locais para refeição e preparo de alimentos: muitos sem cadeira e mesa e ausência de pia com torneira.

Poucas são as propriedades que evidenciam o serviço de SESSTR e a existência de Cipa. Considerando que, pela NR 31, o dimensionamento de SESSTR e Cipa inicia-se somente a partir de 50 funcionários, a ausência destes itens não implica não-conformidade em relação à segurança do trabalho, exceto se o empregador rural (proprietário) tenha formação sobre prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho.

Nota-se que os produtores estão bastante desamparados quanto ao acesso de informações técnicas relacionadas à saúde e segurança do trabalho que possam contribuir para a melhora da produtividade das atividades agropecuárias exercidas.

## **Transporte animal**

Os itens de transporte animal são imprescindíveis para a manutenção do bem estar animal, assim como, a garantia de entrega de animal em condições adequadas. Contempla tanto os animais que são transportados para comercialização quanto aos destinados ao abate.

A rampa de acesso dos animais ao caminhão de transporte deve ter leve inclinação com o último lance na horizontal e altura adequada para o embarque. O transporte do gado deve ser realizado sempre considerando a segurança e conforto do animal. Os funcionários que fazem o transporte devem ter os conhecimentos e cuidados para manejar os animais buscando minimizar o estresse do transporte.

Os veículos utilizados como transporte de animais devem possuir condições adequadas de ventilação, proteção contra condições climáticas inadequadas e injúrias, além de piso anti-derrapante, para proteger a integridade dos animais. Quando o veículo não estiver com a lotação máxima, devem-se distribuir os animais de forma que permita manter a estabilidade do veículo e dos animais.

Os animais debilitados ou enfermos devem ser transportados separados dos demais. Os bezerros e touros devem ser mantidos separados dos animais adultos. Vacas prenhas que possam parir durante a viagem não devem ser transportadas. Todo gado transportado deve contar com a guia de trânsito animal, conforme normativa, contendo a identificação do motorista, da espécie, do tipo e do número de animais. A carga e a descarga deve ser o mais calma possível, evitando o uso de métodos agressivos.

### **Bem estar animal**

Os requisitos de bem estar animal são pontos chave nas boas práticas e permeiam todos o processo produtivo. Muitos destes requisitos também podem ser qualificados como de produção, pois, diversas vezes a manutenção do bem estar animal também proporciona uma melhora de produtividade.

A propriedade deve garantir disponibilidade constante de água e alimentos em quantidade e qualidade adequada às exigências nutricionais. As dimensões das baias e suas passagens devem possuir largura adequada, de modo que os animais se levantem, deem e passem facilmente. As camas devem ser de material e dimensões que permitam manter as vacas confortáveis, que previnam lesões e mantenham os tetos, úbere e flancos limpos.



Os animais mantidos a pasto devem dispor de área de repouso e abrigo, com boa drenagem e com abrigos para a proteção contra condições meteorológicas extremas. Devem existir áreas de sombra suficiente para todos, de modo a garantir o bem estar. A propriedade deve estar livre de entulhos que possam ferir ou contaminar os animais, o ambiente e o ser humano. Do mesmo modo, evitem a proliferação de pragas.

Devem ser realizadas inspeções e manutenções periódicas em cercas, portões e moirões. As cercas elétricas devem ser construídas e, mantidas conforme recomendações do fabricante. Cochos e bebedouros devem ser revestidos por material de fácil limpeza e que não causem ferimentos e injúrias aos animais. Área de espera deve contar com sombra e ventilação adequadas.

Os animais devem ser inspecionados diariamente. A descorna dos bezerros deve ser realizada antes do animal completar 30 dias de idade, por funcionário treinado. Animais mais velhos devem ser descornados após demonstração de necessidade (por exemplo, chifres em crescimento) e, nestes casos, a retirada deve ser efetuada por médico veterinário.

Os tetos supranumerários devem ser extirpados até os 30 dias, por funcionário devidamente capacitado. Deve-se empregar pisos antiderapantes (onde pertinentes) e estábulos arejados. Devem-se manter os alojamentos livres de extremidades salientes e pontiagudas, quinas ou qualquer objeto ou local que possam provocar ferimentos e injúrias aos animais.

### **Instalações e equipamentos**

As instalações onde ficam os animais devem ser de pisos que facilitem a drenagem de líquidos e que permitam a eliminação de dejetos. Deve-se utilizar nas construções e equipamentos materiais que permitam a limpeza e a desinfecção de modo eficaz e de forma a ser facilmente realizável. Também manter vias de acesso em boas condições, que evitem as lesões e as injúrias aos animais.

A área frontal de cocho deve ser de tamanho suficiente para permitir o acesso quando desejado e impedir a competição por alimento. Devem-se empregar cochos construídos de modo que não acumulem água e permitam a limpeza de modo fácil e eficaz. Do mesmo modo, utilizar canzís que não provoquem feridas e impeçam o risco de estrangulamento. Assim como, dispor de bebedouros de fácil acesso e com drenagem adequada no entorno do mesmo.

Devem-se manter silos com pisos e paredes impermeáveis, estanques e com no mínimo 2% de desnível, e realizar inspeção da integridade do silo quanto a vazamentos antes de realizar a ensilagem. Para um efetivo controle 'ideal é identificar os silos quanto à variedade e data de ensilagem.

Os pátios e corredores devem ser mantidos limpos e em bom estado de conservação. Os equipamentos automáticos e/ou mecânicos devem ser mantidos em bom estado de conservação de modo a não oferecer riscos aos animais. Deve haver disponibilidade de água de bebida nos locais de concentração de animais enquanto estes estiverem presentes.

### ***Limpeza e higienização das instalações***

Para uma adequada produção, controle higiênico das instalações se faz necessário. Deve-se realizar anualmente a desinfecção das instalações, detalhar e registrar as operações realizadas, descrevendo os locais tratados, os métodos, os produtos empregados, a data e a frequência da aplicação. Utilizando equipamentos de alta pressão para fazer a limpeza. A limpeza e desinfecção do equipamento de ordenha devem ser realizadas a cada uso. Assim como a limpeza e desinfecção da sala de parto e enfermaria após a utilização.

Para o controle de pragas deve-se dispor de um plano de desinfecção e desratização detalhado e realizado por pessoal treinado, utilizando somente produtos permitidos.

### ***Manutenção e calibração de equipamentos***

Atividade muitas vezes não realizada nas propriedades rurais. De modo geral, não se trabalha em ações preventivas. O transporte e distribuição

de alimentos devem ser realizados em equipamentos calibrados (conforme instrução do fabricante) e mantidos permanentemente limpos. Deve-se utilizar máquinas para a aplicação dos produtos fitossanitários, herbicidas, fertilizantes, etc. calibradas periodicamente para cada situação e em perfeito estado de funcionamento. Grande importância é treinar os operadores a utilizar os equipamentos de proteção individual (EPIs) exigidos e equipamentos de proteção coletiva (EPE).

Caso existam normativas para equipamentos, estas devem ser prioridades em escolha.

### ***Resfriador***

O resfriador de leite da propriedade deve possuir capacidade compatível com o volume produzido e frequência de coleta pela indústria. Este também deve atender a condição de baixar a temperatura do leite a 4 graus Celsius em até (1,5 h) 3 (três) horas após a ordenha.

Os procedimentos de limpeza devem seguir as instruções do fabricante e sempre utilizando produtos registrados para este fim.

O produtor deve possuir toda documentação de controle das manutenções, assistência técnica e calibrações (quando indicados) efetuadas nos equipamentos e resfriadores, arquivando os registros por um período mínimo de dois anos.

## **Considerações**

A propriedade rural deve ser enxergada como um todo. Não somente as atividades ligadas ao fim da mesma. Os impactos das ações são em todas as esferas, desde o tratamento dos resíduos das casas dos moradores do empreendimento, até os processos dos animais no campo.

Uma visão sistêmica deve ser tomada, de modo que se possa mitigar e melhorar os procedimentos empregados, focando na sustentabilidade da produção em todos os seus âmbitos.

---

## Referencias

BRASIL, Ministério da Saúde, Anvisa, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/appcc.htm>. Acesso em 08/06/2015

MENDES, M. H. A. F. “Produção higiênica do leite: boas práticas agrícolas.” Pós-graduação em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Universidade Castelo Branco, Brasília. [Links] (2006).

PEREIRA, J. P. “Qualificação de produtores rurais em boas práticas agrícolas visando adesão a sistemas de certificação socioambiental.” (2014): x-146.

SPIILKI, F. R., et al. “Detecção e Desinfecção de Vírus em Dejetos de Ruminantes.” Revista Conhecimento Online, Ano 1– Vol. 1, 2009.

WALKER, E. Estudo da viabilidade econômica na utilização de biomassa como fonte de energia renovável na produção de biogás em propriedades rurais. Diss. Universidade Regional do Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, 2009.

ZÜGE, R.M.; VIEL, R.; SAUPE, A.C.; FELIX, F. Avaliação da Conformidade no Agronegócio. In: Congresso de Metrologia. Metrologia para a Vida Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM). Recife, Pernambuco, 2003.



O livro “Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas” traz temas debatidos em palestras da 13ª edição do Congresso Internacional do Leite, realizado em 2015, no Rio Grande do Sul, pela Embrapa Gado de Leite em parceria com o Instituto Gaúcho do Leite.

Compõem este livro temas atuais e de relevante importância para a cadeia produtiva do leite. O conteúdo está distribuído em 19 capítulos preparados por renomados pesquisadores e professores, dirigentes de cooperativas e de instituições públicas e privadas, além de consultores e profissionais da área.

A sustentabilidade ambiental, social e econômica da atividade leiteira é abordada de forma técnica sob diversos aspectos, tais como: assistência técnica, extensão rural e gestão da propriedade leiteira; boas práticas e tecnologias para produção sustentável de leite; inovação em lácteos, nutrição e saúde humana; sucessão, herança, mão de obra e qualificação profissional; gestão ambiental e indicadores de sustentabilidade em sistemas de produção de leite.

#### Apoio



#### Patrocínio

